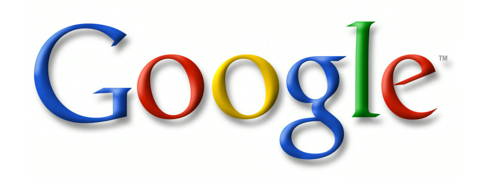
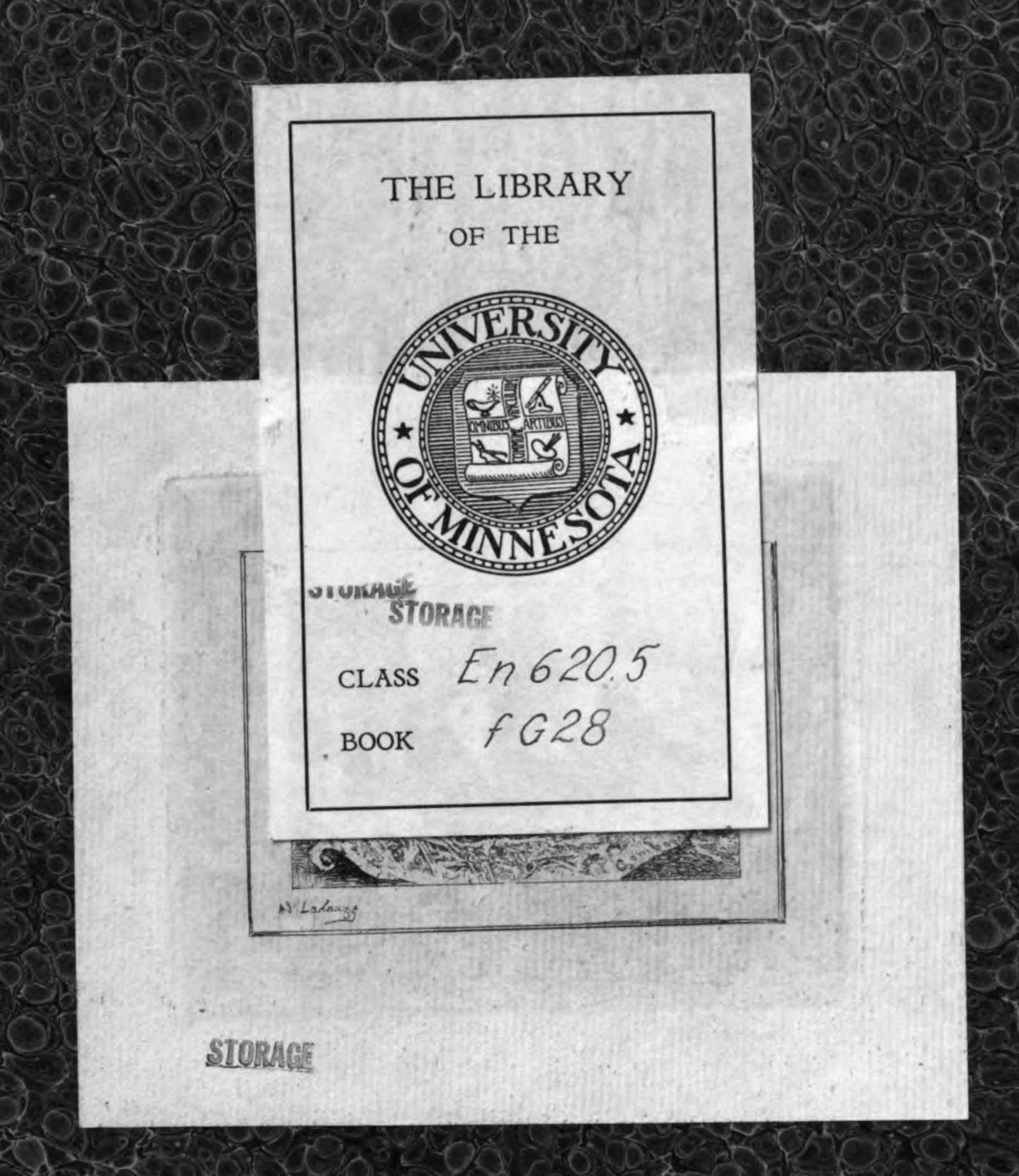
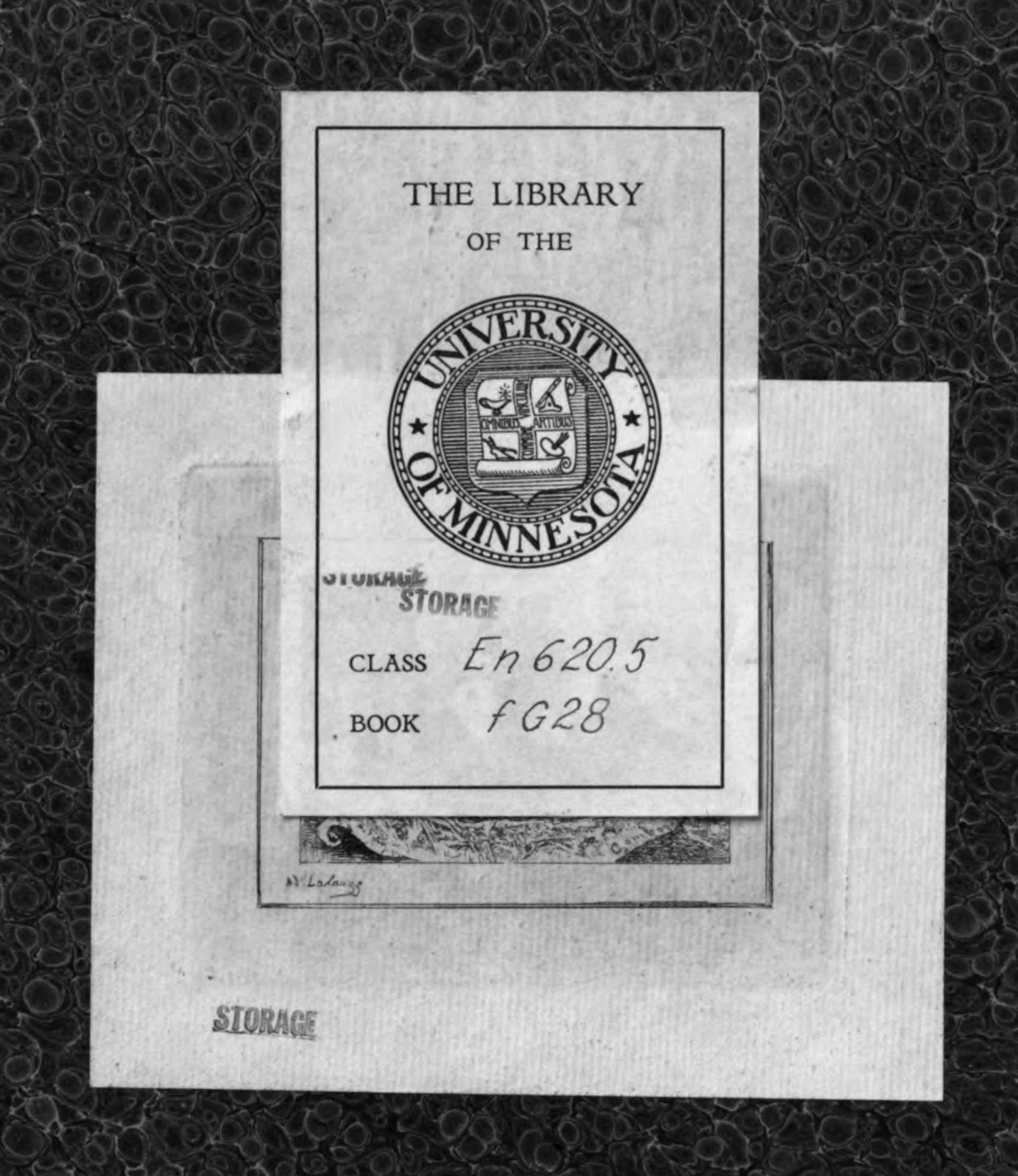







THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF MINNESOTA
STORAGE
STORAGE
CLASS En 620.5
BOOK f G28
STORAGE


W. Lalauze



LE
GÉNIE CIVIL

COMITÉ SUPÉRIEUR DE RÉDACTION

DU GÉNIE CIVIL

ADMINISTRATION ET RÉDACTION

Toutes les lettres et communications doivent être adressées à :

M. Ch. TALANSIER, *Administrateur-Délégué* du **Génie Civil,**

6, rue de la Chaussée-d'Antin, PARIS

LE

GÉNIE CIVIL

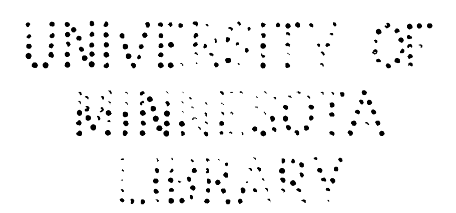
REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

INDUSTRIE — TRAVAUX PUBLICS — AGRICULTURE — ARCHITECTURE — HYGIÈNE
ÉCONOMIE POLITIQUE — SCIENCES — ARTS

Récompenses aux Expositions d'Électricité (Paris 1881),
d'Amsterdam (1883), de Nice (1884), d'Anvers (1885), de Barcelone (1888), de Lyon (1894), d'Anvers (1894),
Diplôme d'Honneur à l'Exposition de Bordeaux (1895).
MÉDAILLE D'OR A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

DIX-SEPTIÈME ANNÉE. — TOME XXX

PREMIER SEMESTRE 1896-1897



ADMINISTRATION & RÉDACTION
6, rue de la Chaussée-d'Antin, 6
PARIS

Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 1. **N° 752.** Samedi 7 Novembre 1896.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Constructions civiles** : La halle des machines de l'Exposition nationale suisse de Genève (*planche I*), p. 1; Jules GAUDARD. — **Chimie industrielle** : Note sur le traitement des eaux industrielles en Angleterre, p. 4; Julien LEFÈVRE. — **Hydraulique** : Remarques sur l'écoulement de l'eau dans le nouvel aqueduc allant du lac Katrine à Glasgow, p. 8. — **Physique industrielle** : Appareil Hampson pour la liquéfaction des gaz, p. 10; Gérard LAVERGNE. — **Chemins de fer** : Dilatation des rails soudés, p. 10; — Serrure autoclave à cran de sûreté pour portières de la Compagnie du chemin de fer du Nord, p. 11. — **Métallurgie** : Le traité de métallurgie du docteur Schnabel. Cuivre, plomb, argent, or, p. 12; U. LE VERRIER. — **Informations** : Presse électrique à souder, p. 13; — École Centrale des Arts et Manufactures. Réunion générale annuelle de l'Association des anciens Élèves, p. 14; — Appareil pour la division des angles en parties égales, p. 14; — Nouvelles briquettes de pétrole, p. 14; — Régulateur automatique d'alimentation pour chaudières à vapeur, p. 15; — Modifications apportées au programme d'admission de l'École nationale supérieure des Mines, p. 15; — Les Comités départementaux pour l'Exposition de 1900, p. 15; — Cours publics du Conservatoire des Arts et Métiers, p. 15. — Varia, p. 15.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société des Ingénieurs civils, séance du 16 octobre 1896, p. 16. — Académie des Sciences, séance du 26 octobre 1896, p. 16.

Planche I : La Halle des machines de l'Exposition nationale suisse de Genève.

CONSTRUCTIONS CIVILES

LA HALLE DES MACHINES

de l'Exposition nationale suisse de Genève.

(Planche I.)

Le bâtiment réservé aux machines, à l'Exposition nationale suisse de Genève, en 1896, se composait d'une grande halle métallique de 149m50 de longueur sur 88 mètres de largeur. Dans un but d'économie, c'est-à-dire afin de diminuer le plus possible le prix de revient par mètre carré de surface couverte, le Comité de l'Exposition avait décidé de couvrir ce rectangle, non plus à l'aide de grandes fermes d'une seule portée, comme on avait, jusqu'à ce jour, tendance à le faire, mais au moyen d'une série de fermes à trois travées. C'est en se basant sur cette donnée, et en s'inspirant du type adopté pour le Palais des mines de l'Exposition de Chicago [1] que M. Phelps, architecte de l'Exposition de Genève, avait établi un avant-projet qui servit de base au concours ouvert entre les divers constructeurs suisses pour l'édification de cette halle; cet avant-projet comportait une nef centrale de 38 mètres d'ouverture et deux nefs latérales de 25 mètres chacune de portée.

Le projet définitivement adopté fut celui présenté par la Société Th. Bell et Cie, de Kriens. Ce projet, dont une description détaillée vient de paraître dans le *Bulletin de la Société vaudoise des Ingénieurs et Architectes*, est remarquable autant par la nouveauté du système employé que par son économie et sa légèreté. Chaque ferme se compose (fig. 2 et 4, pl. I) de deux demi-fermes en *cantilever*, complètement indépendantes l'une de l'autre, chaque demi-ferme reposant, par l'intermédiaire de rotules, sur deux piliers métalliques très élancés et encastrés dans le



FIG. 1. — EXPOSITION NATIONALE SUISSE, A GENÈVE : Vue générale de l'Exposition et de la Halle des machines.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIV, n° 25, p. 404.

sol. Ce mode de construction, dont l'aspect est très léger, présente l'avantage de rendre la répartition des efforts dans les différentes

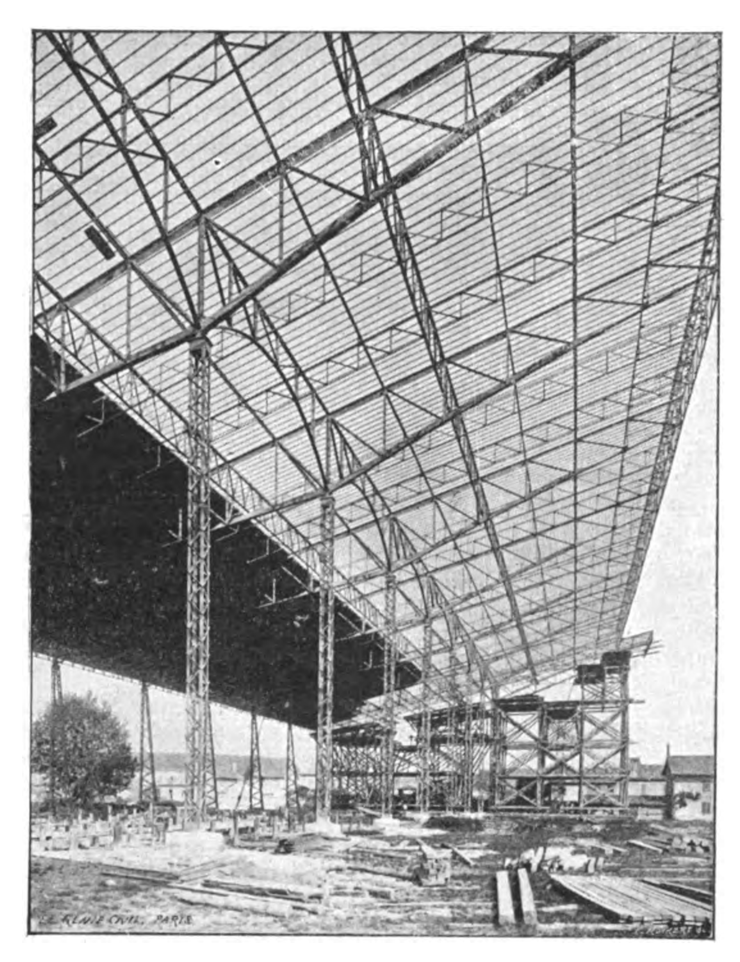


FIG. 2. — HALLE DES MACHINES DE L'EXPOSITION NATIONALE SUISSE, A GENÈVE : Vue en bout des demi-fermes pendant le montage.

pièces presque complètement indépendante des variations de température et des tassements que peuvent subir les fondations.

La halle tout entière est couverte au moyen de douze fermes espacées entre elles, d'axe en axe, de $14^m 50$, sauf pour les deux premières fermes de chaque tête dont l'espacement n'est que de $9^m 50$. Le lanterneau qui surmonte l'édifice règne sur toute la partie centrale et s'arrête à la deuxième ferme de tête de chaque extrémité; sa longueur, limitée aux neuf espacements intermédiaires, n'est donc que de $130^m 50$.

Demi-fermes ordinaires (fig. 1 et 2, pl. I). — Chaque demi-ferme affecte la forme d'un triangle reposant, par deux de ses sommets, sur deux piliers en treillis métalliques espacés entre eux de 25 mètres. Le pilier intérieur (fig. 6, pl. I), qui supporte cependant la plus grande partie de la charge, présente un aspect beaucoup plus élancé que le pilier extérieur. On a été guidé, dans le choix de cette disposition, par des raisons d'esthétique, car on désirait avant tout conserver à l'intérieur de la halle un aspect très dégagé, et masquer la vue le moins possible par ces piliers intérieurs. Étant données leur légèreté et leur peu de rigidité, ces piliers doivent céder très facilement aux moindres efforts provenant des dilatations ou des tassements de la demi-ferme; c'est pourquoi, afin d'éviter tout effort de ce genre dans ces montants, on a posé la demi-ferme non pas sur un large chapiteau, mais sur une simple rotule. C'est en ce point d'appui que la demi-ferme présente son maximum de hauteur qui est de $3^m 50$. La membrure supérieure, qui constitue les arbalétriers proprement dits, est rectiligne et sa pente est de 1 : 4; quant à la membrure inférieure, elle est rectiligne dans sa partie comprise entre les deux piliers et légèrement arquée dans la partie en porte à faux. La toiture est couverte mi-partie en zinc et mi-partie en verre; la portion vitrée pèse 24 kilogr. par mètre carré, tandis que celle en zinc pèse 29 kilogrammes.

Chaque console du cantilever est constituée par un treillis composé de cornières formant dix panneaux dans la console supérieure et six seulement dans la console inférieure. Chacune de ces consoles affecte la forme d'un solide d'égale résistance obtenu en faisant varier simultanément la hauteur de la poutre et la section des fers employés. La membrure supérieure se compose de deux cornières de $80 \times 80 \times 10$, d'une âme de 280×10, qui s'étend sur les deux premiers panneaux de la grande console et le premier seulement de la plus courte. De même, la membrure inférieure se compose de deux cornières de $80 \times 100 \times 10$, d'une âme de 280×10 et d'une semelle de 280×6, qui ne règnent que sur les quatre premiers panneaux de la nef et les deux premiers du bas-côté. Une deuxième semelle, ayant également 280×6 de section, est posée sur les deux panneaux de naissance de la grande console.

Contreventement. — Étudions maintenant le contreventement, tant au point de vue des efforts latéraux dus au vent, que des tassements éventuels qui pourraient se produire dans les fondations.

On ne pouvait songer à faire supporter un effort latéral quelconque au support intérieur, dont la forme haute et grêle se prête mal à un travail de ce genre; aussi, pour assurer le contreventement, on a ancré la demi-ferme sur le pilier de rive. Cette solution est des plus rationnelles, car ce pilier est moins élevé que le premier et on a pu lui donner sans inconvénient, par suite de sa situation, l'aspect d'un contrefort en forme de pyramide (fig. 9 à 12, pl. I); ce pilier travaille, sous l'action de tensions éventuelles qui peuvent s'exercer à son sommet, comme une console verticale encastrée solidement dans le massif de fondation au moyen de deux boulons de 53 millimètres de diamètre et distants entre eux de $1^m 580$.

L'extrémité supérieure des demi-fermes se termine (fig. 21, pl. I) par un petit montant en fer et cornières supportant, à sa partie supérieure, une double articulation sur laquelle vient se poser le lanterneau; cette même articulation sert de point d'attache aux tirants qui, au droit de chaque ferme, sous-tendent le lanterneau; grâce à ce dispositif, ce dernier, dont la largeur est de 8 mètres, repose sur les demi-fermes d'une façon analogue à celle d'un bowstring dans un pont en cantilever; la double articulation permet non seulement l'avancement libre du bec des consoles sous l'action de la dilatation de la ferme, mais aussi les déplacements quelconques qui pourraient se produire par suite d'un tassement des fondations. Dans le cas d'un accident de ce genre, tout se réduirait à un simple déversement du lanterneau qui pourrait, au besoin, entraîner à une réparation s'il devenait trop apparent, mais qui, dans aucun cas, ne produirait une modification dans la répartition des efforts auxquels la ferme est soumise; enfin, un simple soulèvement de cette dernière sur ses points d'appui la rétablirait dans sa position primitive.

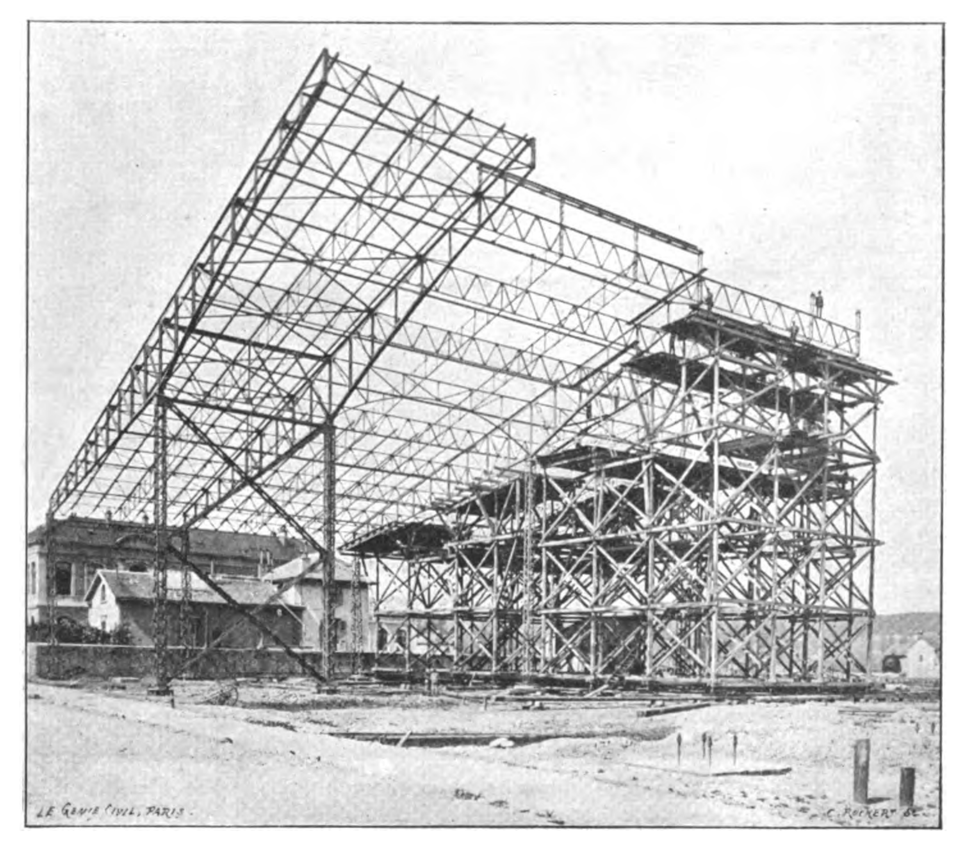


FIG. 3. — HALLE DES MACHINES DE L'EXPOSITION NATIONALE SUISSE, A GENÈVE : Montage des trois premières demi-fermes.

Quant au contreventement proprement dit, il n'existe que pour la

première travée de chacune des extrémités de la halle. Nous avons vu plus haut que le lanterneau n'existe plus sur chacune de ces travées : les consoles supérieures des deux demi-fermes sont prolongées de façon à se réunir au faîtage (fig. 20, pl. I); les pièces de jonction qui les assemblent sont boulonnées et les trous de boulons sont ovalisés afin de laisser le jeu nécessaire à la dilatation. Dans chacune de ces travées, le contreventement se compose tout d'abord, entre les piliers, d'un double système de croix de Saint-André en fer à U de 140 × 60 réunissant les deux grands piliers intérieurs et d'une seule croix de Saint-André posée entre les deux piliers latéraux ; ensuite, entre les cantilevers, d'un croisillonnement en fers plats dont la section varie de 70 × 10 à 170 × 12 millimètres.

Les constructeurs ont admis que ces solides contreventements des deux travées extrêmes pouvaient permettre de les considérer comme deux ossatures absolument rigides, et que l'on pouvait intercaler entre elles l'ensemble des autres fermes de la halle en considérant, pour ces dernières, comme un contreventement suffisant, l'ensemble des pannes qui les réunissent entre elles.

Les pannes (fig. 18, pl. I) sont posées, dans les cantilevers, de deux en deux panneaux, et leur plan est non pas normal à la membrure extérieure, mais vertical. On leur a donné une assez grande hauteur afin d'augmenter la rigidité de l'ensemble. En particulier, les pannes situées au droit des piliers intérieurs (fig. 4, pl. I) mesurent 3m50 de hauteur en leur point d'attache avec les fermes, et 1m19 en leur milieu; leur membrure supérieure est rectiligne et leur membrure inférieure curviligne. Les sablières qui relient les extrémités inférieures des cantilevers sont constituées au moyen de poutres droites dont la hauteur est d'un mètre. Enfin, les sept autres pannes intermédiaires sont formées également par des poutres à treillis dont la hauteur varie de 1m30 à 1m40 suivant leur position, la hauteur de chacune d'elles restant constante sur toute sa longueur.

Entre ces pannes principales se trouvent d'autres pannes secondaires, placées au droit des montants des panneaux intermédiaires et dont la section est constituée par un simple fer à double T de 120 × 58 millimètres. En dehors de leurs points d'attache sur les fermes, ces poutrelles sont encore assemblées sur les deux grands chevrons (fig. 20, pl. I) placés dans chaque travée, dont la hauteur constante est de 1 mètre et qui servent à réunir entre elles les différentes pannes.

Afin de parer aux dilatations qui pouvaient se produire dans le sens longitudinal de la halle, on a ménagé dans les pannes, de deux en deux travées, c'est-à-dire tous les 29 mètres, des joints mobiles dont les boulons peuvent se déplacer dans des trous ovalisés de 14 millimètres.

Enfin, pour prévenir un fouettement possible des extrémités supérieures des cantilevers, on a réuni ces abouts au moyen d'un petit treillis longitudinal dont les croisillons sont formés à l'aide de fers ronds de 13 millimètres de diamètre et tendus au moyen d'écrous de serrage. Ce petit contreventement spécial s'étend sur toute la longueur du lanterneau et forme, dans chaque travée, six croix de Saint-André.

Montage. — Une des principales difficultés que présentait la construction de ces fermes était celle du montage qui devait se faire dans un temps excessivement court. Les constructeurs ont résolu heureusement cette question en établissant un échafaudage roulant spécial (tracé en pointillé sur les fig. 2 et 4, pl. I), muni de deux grues mobiles pour l'élévation et la mise en place des matériaux et pouvant se déplacer au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Grâce à ce système, le montage s'est effectué avec une rapidité remarquable : on a pu même, à certain moment, couvrir une surface de 580 mètres carrés en trois jours et demi.

Calcul des pièces. — Les études ont été faites dans les ateliers de MM. Bell et Cie par M. Doucas, Ingénieur de cette Société, et soumises à l'approbation de M. Ritter, professeur à l'École Polytechnique de Zurich. En tenant compte de la courte durée de service de la halle, de l'emploi exclusif du fer doux dans sa construction, ainsi que de son emplacement relativement bien abrité, les calculs des différente pièces ont été établis sur les bases suivantes :

Charge de neige.	30	kilogr.	par mètre carré (soit 0m30 d'épaisseur).
Pression du vent	80	—	—
Fers	30	—	—
Couverture en zinc . . .	29	—	—
— vitrée	24	—	—
— en zinc ondulé	15	—	—

Limite adoptée pour les efforts de tension et de compression, 11 kilogr. par millimètre carré, ce qui, pour le fer doux, correspond à un coefficient de sécurité de 3,50 environ. Limite du travail du métal au flambage : $13 - 0{,}065 \frac{l}{i}$ ou bien $65\,000 \left(\frac{i}{l}\right)^2$ suivant que la longueur l est plus petite ou plus grande que le centuple du rayon de giration minimum i de la section transversale considérée.

Dans ces conditions, on a pu réduire à 500 tonnes le poids total du fer mis en œuvre, ce qui correspond à environ 38 kilogr. par mètre carré de surface couverte ou à 2kg 17 par mètre cube enveloppé (1).

(1) Les constructions métalliques de l'Exposition de 1889, à Paris, avaient absorbé de 72 à 148 kilogr. de fer par mètre carré de surface couverte, ce qui correspond à 4kg 16 et 6kg 4 par mètre cube enveloppé. Voir à ce sujet l'article de M. Canovetti paru dans le *Génie Civil*, t. XIII, n° 1, p. 2.

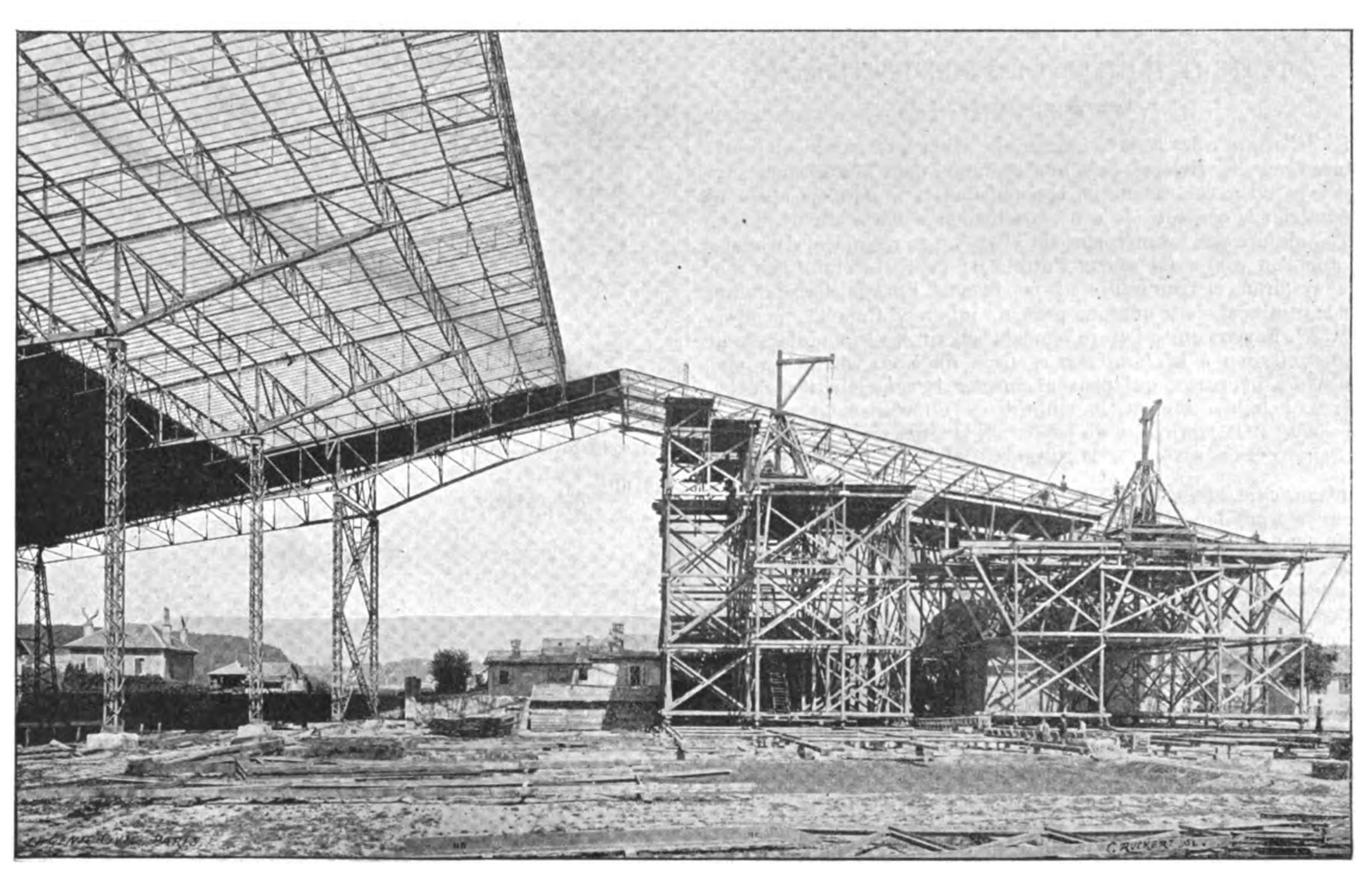


FIG. 4. — HALLE DES MACHINES DE L'EXPOSITION NATIONALE SUISSE, A GENÈVE : Montage de la deuxième série des demi-fermes.

Chaque demi-ferme pèse environ 5 700 kilogr. ; le poids d'un pilier extérieur est de 1 685 kilogr. et celui d'un pilier intérieur de 1 370 kilogr. Quant au poids du mètre courant de lanterneau, dont la largeur est de 8 mètres, il est seulement de 98 kilogrammes.

Le prix de revient de la construction tout entière s'est élevé à 13 fr. 40 par mètre carré de surface couverte, les constructeurs devant, une fois l'Exposition terminée, rentrer en possession des fers employés. Sans cette dernière clause, le prix de revient se serait élevé à 16 ou 17 francs par mètre carré.

Comme on le voit, par ce rapide exposé, l'adoption du système cantilever a permis d'obtenir une construction d'une extrême légèreté et d'un prix de revient remarquablement peu élevé. Nous nous proposons, du reste, de revenir sur cette question et d'étudier spécialement, dans un autre article, les applications générales du système cantilever aux halles métalliques.

Jules GAUDARD,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Professeur à l'École d'Ingénieurs de Lausanne.

CHIMIE INDUSTRIELLE

NOTE SUR LE TRAITEMENT DES EAUX INDUSTRIELLES en Angleterre.

Se débarrasser des résidus industriels, éviter qu'ils viennent contaminer l'eau des rivières, c'est une opération dont l'importance augmente avec l'accroissement de la population et le développement de l'industrie; la nécessité de cette élimination se fait sentir de plus en plus à mesure que les préceptes de l'hygiène se répandent davantage et que l'on comprend mieux l'utilité de maintenir purs l'air que nous respirons et l'eau qui sert à nos besoins. En Angleterre, comme sur le continent, cette question présente un grand intérêt.

M. W. Naylor, qui a fait récemment sur ce sujet une intéressante communication à la *Institution of Civil Engineers*, divise en cinq classes les industries qui peuvent amener la contamination des rivières : 1° le blanchiment, la teinture et l'impression de la laine et du coton; 2° la fabrication du papier; 3° le tannage; 4° la fabrication des alcalis et des savons; 5° la galvanisation du fer.

Blanchiment du coton et de la laine. — Afin de déterminer exactement le degré de souillure produit par chacune des diverses opérations dont se compose le blanchiment, M. Naylor a prélevé, en janvier 1893, un certain nombre d'échantillons à l'usine de blanchiment et d'impression de Brinscall; l'examen de ces échantillons a montré que les résidus se composent surtout de liqueurs contenant en solution ou en suspension de l'amidon, de la chaux, des matières grasses et résineuses, des savons solubles, des sels solubles de calcium et de sodium, etc., mélangés avec les déchets provenant des opérations de la teinture et de l'impression. Les principaux agents de contamination dus à l'impression sont : l'albumine, la caséine, le kaolin, la terre de pipe, la dextrine, la gélatine, le gluten, la glycérine, la gomme du Sénégal, la gomme adragante, la mélasse, le sulfate de plomb, la fécule, le sucre, l'amidon et la farine de froment, le chlorure et le nitrate de zinc. A ces matières s'ajoutent encore, en général, les liqueurs résiduelles provenant de la teinture et de l'impression des étoffes de coton.

Toutes ces matières nuisibles se trouvent, les unes en suspension, les autres en dissolution. Dans le traitement employé d'ordinaire, on envoie d'abord le liquide dans des citernes où se produit le dépôt des matières en suspension et, autant que possible, la précipitation des substances dissoutes; on oxyde en même temps le reste des matières organiques, par l'air ou par tout autre agent, et l'on se débarrasse des matières colorantes; on fait passer ensuite dans des filtres pour achever la séparation des substances dissoutes et des matières colorantes par oxydation ou de toute autre manière.

M. Naylor propose une méthode différente, qu'il a expérimentée dans l'usine de MM. John Stanning et fils à Leyland (Lancashire), où elle fonctionne avec succès depuis janvier 1894. Les liqueurs à traiter, contenant les résidus de la teinture et du blanchiment, ainsi que les eaux de lavage, sont, au sortir des ateliers, mélangées avec un lait de chaux et d'*alumina-ferric* (1), et amenées dans des bassins de précipitation. Un précipité très dense de sulfate de chaux et d'hydrate d'aluminium se forme aussitôt, dans le transporteur même, et le tout est introduit dans le premier bassin, qui porte une division au-dessous de son centre. Environ 90 % du précipité se déposent dans ces deux premiers compartiments, qui sont vidés à peu près une fois par semaine, ou même moins souvent, s'ils sont de grandes dimensions. En outre, le précipité d'hydrate d'aluminium forme une sorte de laque avec certaines matières colorantes, ce qui contribue encore à clarifier la liqueur.

Le transporteur (fig. 2) circule sur toute la longueur des bassins, qui sont au nombre de quatre, ce qui permet de remplir chacun de ces réservoirs pendant que le liquide se clarifie dans les autres. D'ailleurs, on obtient les résultats les meilleurs en faisant passer le liquide dans les bassins sous forme d'un courant continu; l'auteur attribue ce fait à ce que les matières en suspension se rassemblent plus facilement sous l'influence d'une légère agitation.

La couche supérieure du liquide est recueillie par des conduits flottants; le dépôt boueux est puisé par un élévateur Shone. Les murs des bassins, formés d'un solide briquetage en mortier de ciment, ont environ 0m 90 d'épaisseur et le fond 0m 30. Le volume de liquide traité s'élève par jour à environ 2 270 mètres cubes, capacité totale des bassins.

Les liquides traités peuvent, en général, être rejetés directement dans une rivière; mais, si l'on préfère les utiliser ultérieurement, on les emmagasine dans un réservoir spécial (fig. 2); de là, ils se rendent à un puits A (fig. 1), puis à des filtres de cendres, d'où ils sortent clairs, limpides, propres aux opérations les plus délicates de la teinture et du blanchiment, et se réunissent dans les réservoirs à eau pure. Au milieu de ces réservoirs se trouve un puits, dans lequel des tuyaux puisent l'eau pour la répartir dans les diverses parties des ateliers. Les filtres ont environ 1m 50 de profondeur : la matière filtrante est constituée par des scories de fourneaux, d'épaisseurs variées.

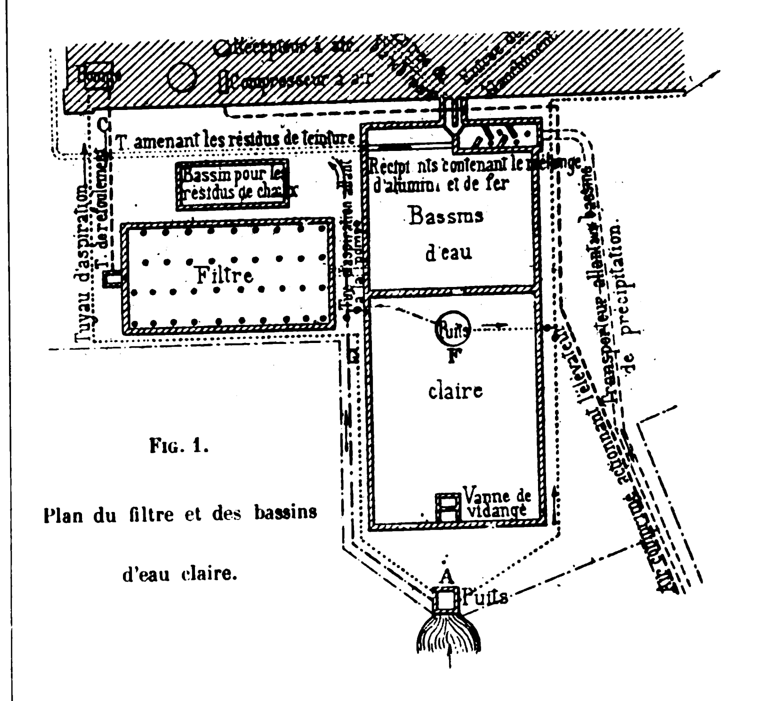


FIG. 1. Plan du filtre et des bassins d'eau claire.

Les analyses que nous donnons plus loin montrent que les filtres de cendres éliminent complètement les matières solides en dissolution.

A l'usine Stanning, ces filtres n'ont pas une surface suffisante pour filtrer 2 270 mètres cubes par jour, de sorte qu'on est obligé d'employer, en outre, un peu d'eau pure provenant d'autres sources; mais il serait facile de leur donner une surface assez grande pour que la même eau pût servir indéfiniment.

Dans cette usine, on emploie par jour 211kg 35 de réactif, soit 93 grammes du mélange de fer-alumine par mètre cube. On blanchit par jour 10 à 12 tonnes de lainages, estimés secs, qui perdent en moyenne 10 % de leur volume. La perte totale s'élève par jour à environ 1,1 tonne, la matière supposée sèche, ou à 22 tonnes de dépôt boueux contenant 95 % d'eau. Il faut ajouter à ce chiffre 1,27 tonne d'amidon, de chaux, de soude et d'autres matières, qui passent des ateliers aux bassins sous forme de déchets, ce qui fait un total de 47 tonnes de dépôt humide par jour. Sur cette quantité, 33 tonnes sont retenues comme résidus; le surplus reste en solution dans le liquide. Le dépôt humide est transporté par l'élévateur à une hauteur de 5m 20 et déversé dans des puits de desséchage, d'où il est enlevé lorsqu'il est sec.

L'élévateur a une capacité de 454lit 3; le compresseur d'air possède des cylindres à air et à vapeur de 0m 15; la course du piston est de 0m 225. Cet appareil travaille à une pression de vapeur d'environ 4 kilogr. par centimètre carré et peut traiter 101,5 tonnes de dépôt humide par douze heures. Des essais effectués, le 21 novembre 1894, sur le cylindre à vapeur du compresseur d'air, ont indiqué une puissance de 1,75 cheval, avec une pression de 0kg 8 par

(1) D'après les renseignements que M. Naylor a bien voulu nous fournir, ce réactif se compose de sulfate d'aluminium $(SO^4)^3Al^2$ et de sulfate ferrique $(SO^4)^3Fe^2$; le mélange, qui peut varier suivant les cas, est formé généralement d'environ 9/10 du premier sel et 1/10 du second.

centimètre carré dans le récepteur d'air, le piston ayant une vitesse de 45m 7 environ par minute. Le diagramme recueilli en même temps sur le cylindre à air indiquait 1,1 cheval, le cylindre à vapeur marchant avec une faible charge de 0,76 cheval. Le compresseur travaillait deux heures vingt-sept minutes et élevait 53^{m3} 61 ou 64 148 tonnes de dépôt.

Les analyses suivantes, effectuées sur des échantillons recueillis pendant une période de six heures, à des intervalles de quinze minutes, montrent bien l'effet du traitement; tous les nombres sont rapportés à 100 000 parties.

NATURE DE L'ÉCHANTILLON	MATIÈRES SOLIDES — EN DISSOLUTION			MATIÈRES SOLIDES — EN SUSPENSION			TOTAL DES MATIÈRES SOLIDES		TOTAL GÉNÉRAL
	Minérales	Organiques	Total	Minérales	Organiques	Total	Minérales	Organiques	
Liquide brut	86	44	130	12 (1)	24	36	98	68	166
— des bassins	92	40	132	»	»	»	92	40	132
— filtré	56	10	66	»	»	»	56	10	66

cations; il ne peut être employé comme combustible, car son pouvoir calorifique est très faible, ni comme engrais, car sa teneur en phosphate et en azote est extrêmement basse; il peut, il est vrai, servir à fabriquer du mortier, mais on peut le remplacer, pour cet usage, par d'autres substances convenant aussi bien et d'un prix inférieur.

Une autre installation analogue a été réalisée à la filature de laine de MM. Fox, à Wellington (Somerset); dans cette usine, le liquide des bassins est élevé par des pompes, la disposition des lieux ne permettant pas de le siphoner à l'aide de conduits flottants.

Comme on emploie beaucoup plus de savon, ce liquide est traité séparément pour permettre de récupérer les matières grasses. La méthode utilisée ici consiste à décomposer le savon par une quantité d'acide suffisante pour déplacer complètement les acides gras, qui peuvent ainsi être séparés et recueillis.

L'opération se fait dans six bassins d'acidification; les acides gras passent ensuite sur des filtres à sciure de bois, puis ils sont purifiés par distillation et peuvent alors être employés de nouveau. L'eau mère des bassins d'acidification est puisée par des pompes et emmagasinée dans des réservoirs intermédiaires où elle laisse déposer les matières en suspension; elle est ensuite traitée, avec les autres liqueurs de rebut, dans les mêmes bassins, par le mélange de fer et d'alumine. Les bassins ont une capacité de 1 363 mètres cubes, et l'on traite par jour un volume double de liquide. Des échantillons

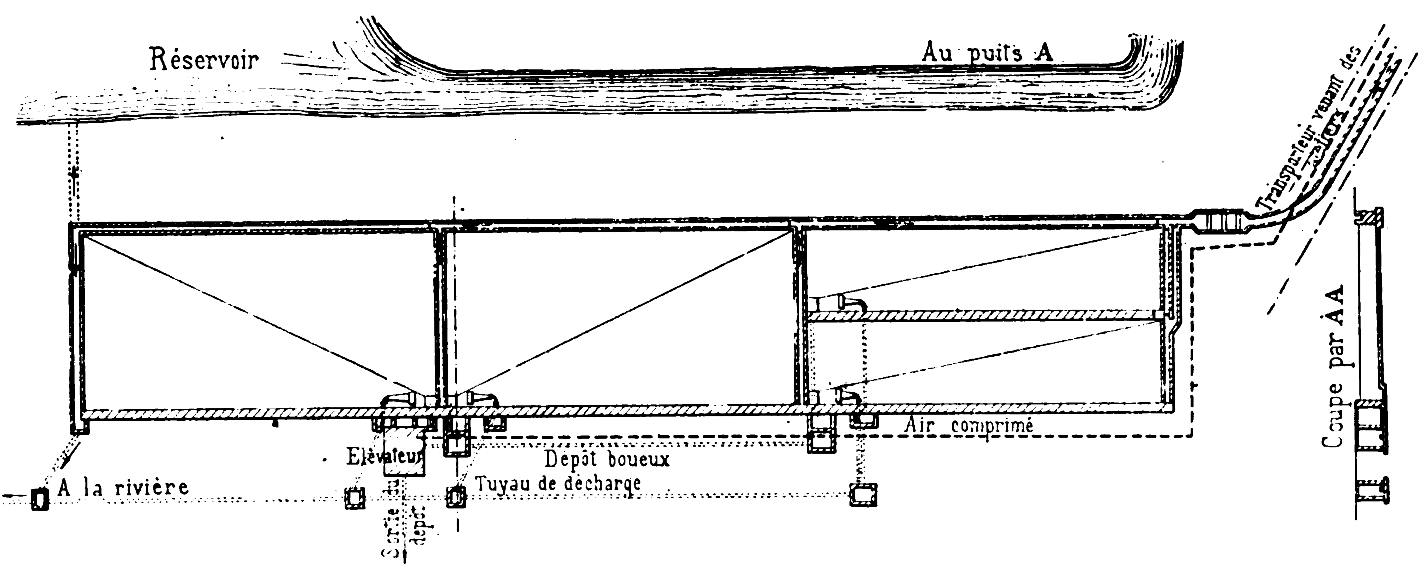


Fig. 2. — Plan des bassins.

Les matières minérales dissoutes offraient la composition suivante :

ÉCHANTILLONS	CHLORURE DE SODIUM	CHLORURE DE CALCIUM	CARBONATE DE CALCIUM	SULFATE DE CALCIUM	OXYDE DE FER	SULFATE DE FER	SULFATE D'ALUMINIUM	ALUMINE	SILICE
Liquide brut	36,3	8,9	»	13,2	»	7,3	3,5	3,1	15,8
— des bassins	34,1	6,1	1,6	45,3	3,0	»	»	2,8	»
— filtré	14,5	»	4,7	21,8	traces	0,56	»	traces	14,4

On voit que les liquides traités laissent dans les bassins toutes les matières solides en suspension, mais n'y perdent qu'une quantité insignifiante de substances dissoutes. Les liquides bruts, à leur entrée dans les bassins, sont décolorés, troubles et chargés de matières en suspension; à la sortie, ils sont parfaitement clairs, mais à peu près aussi riches en matières dissoutes. Toutefois, les liqueurs filtrées sont notablement améliorées, par rapport aux solides en suspension et aux solides en dissolution, car elles contiennent seulement 0^{gr} 65 de substances solides par litre.

Le dépôt boueux, desséché à 100° C., présente la composition suivante :

Carbonate de calcium	31,4
Peroxyde de fer	7,3
Alumine	3,2
Silice, etc.	38,5
Matières organiques	19,6
Total	100,0

Ce dépôt ne paraît pas, d'ailleurs, susceptible de nombreuses appli-

moyens, recueillis pendant trois ou quatre jours, en janvier 1893, ont donné les résultats suivants, rapportés à 100 000 parties :

NATURE DE L'ÉCHANTILLON	MATIÈRES SOLIDES — EN DISSOLUTION			MATIÈRES SOLIDES — EN SUSPENSION			TOTAL des MATIÈRES		TOTAL GÉNÉRAL
	Minérales	Organiques	Total	Minérales	Organiques	Total	Minérales	Organiques	
Liquide brut	46	18	64	18	8	26	64	26	90
— traité	24	12	36	2	»	2	24	14	38

Les liqueurs savonneuses brutes contenaient, en moyenne, environ 500 parties de matières solides (pour 100 000 parties), dont 150 à 250 parties d'acides gras; après le traitement, ces acides avaient complètement disparu. Le dépôt boueux, transporté des puits aux filtres de cendres, s'élève à 10 tonnes environ par jour; la quantité de réactif employée est d'environ 223 kilogr. par jour ou 64 grammes par mètre cube. Le dépôt se compose de :

Eau	76,40
Chaux (CaO)	1,39
Aluminium (Al^2O^3)	0,60
Peroxyde de fer	0,52
Acide carbonique	1,56
Anhydride sulfurique	0,34
Chlore combiné	0,02
Sable et matières siliceuses	14,50
Matières organiques	3,98
Soude, etc.	0,69
Total	100,00

(1) Comprenant onze parties de carbonate de calcium et une d'oxyde de fer.

MM. Rylands et fils, à Chorley, ont adopté, pour le traitement des eaux de teinture et de blanchiment, la méthode de Mather et Platt. Le liquide est placé dans quatre bassins (fig. 3, 4, 5 et 6), au fond desquels une série de tuyaux M amène un courant d'air produit par un injecteur à vapeur. Le réactif arrive par une autre série de tuyaux L, placés à 0m 30 environ au-dessus des premiers, de sorte que son introduction n'agite pas le dépôt. Après l'addition de ce réactif, le contenu des bassins est porté pendant quelques minutes à l'ébullition; on laisse ensuite le dépôt se former.

Des cuves en bois, placées sur les murs de séparation, servent à préparer le réactif; l'eau est amenée par le tuyau K et le mélange est agité par un courant d'air produit par l'injecteur. Le dépôt provenant des quatre bassins se réunit dans une chambre, qu'on voit sur les coupes AA et BB, et dans laquelle il est puisé par une pompe centrifuge.

La décoloration des résidus de teinture dans les filtres paraît due non à l'oxydation, mais à ce que les matières colorantes sont retenues par les substances filtrantes: c'est ce que montrent le changement de couleur de ces substances et la diminution de leur pouvoir décolorant après un certain temps de service. D'un autre côté, la décoloration produite dans les bassins paraît devoir être attribuée plutôt à la présence des hydrates de fer et d'aluminium, qui forment une aque insoluble avec les matières colorantes.

D'après les expériences de M. Naylor, la décoloration produite, au bout de vingt minutes, par le réactif de fer-alumine, sans courant d'air, est beaucoup plus intense que celle qu'on obtient, au bout de trois ou quatre heures par l'action de l'air sans l'emploi de ce réactif.

Dans les diverses usines où ce système a été adopté, on a essayé deux réactifs, le mélange de chaux et de fer-alumine indiqué plus haut, et aussi un mélange de couperose et de chaux ; ce dernier n'a mieux réussi que pour le traitement des résidus de blanchiment.

Les résultats obtenus pendant une longue période d'essai de cette dernière méthode, rapportés à 100 000 parties, sont relatés dans le tableau suivant :

NATURE DE L'ÉCHANTILLON	MATIÈRES SOLIDES — EN DISSOLUTION — Minérales	Organiques	Total	EN SUSPENSION — Minérales	Organiques	Total	TOTAL des matières solides — Minérales	Organiques	TOTAL GÉNÉRAL	REMARQUES
Liquide brut	52	20	72	»	10	10	52	30	82	Couleur noir rougeâtre.
Le même, après traitement.	76	24	100	»	»	»	76	24	100	Incolore.

La dose de réactif varie avec la liqueur à traiter; mais, dans ce cas, on emploie environ 0kg 30 de chaux et autant de couperose par mètre cube.

Les deux exemples indiqués ci-dessus correspondent à un blanchiment difficile, celui d'étoffes contenant une proportion considérable d'apprêt, soit 20 à 30 0/0. Toutefois, les étoffes tissées spécialement pour l'impression, ainsi que le fil, en renferment généralement beaucoup moins, 8 à 12 0/0 seulement; les liqueurs résiduelles sont alors beaucoup plus claires, et n'exigent qu'une plus faible proportion de réactif, la quantité de matières à enlever étant beaucoup moindre. Cependant, à cause de la perfection exigée, les eaux de lavage sont aussi abondantes que dans le premier cas, le résidu final devant être relativement clair, et ne contenir que 10 à 20 parties de matières en suspension et 50 à 60 de matières dissoutes pour 100 000 parties. Des expériences sur la filtration de cette classe de liquides ont montré que la proportion des matières dissoutes n'est pas sensiblement modifiée, tant qu'elle ne dépasse pas 50 à 60 pour 100 000; comme ces matières se composent principalement de substances minérales, dont la présence n'est pas nuisible, il est douteux qu'il y ait intérêt à appliquer un autre traitement après la suppression des matières en suspension. Dans ces expériences, les filtres avaient 1m 83 d'épaisseur et étaient d'abord parfaitement lavés.

La table suivante donne les résultats de la filtration sur les matières dissoutes pour les résidus de blanchiment; les nombres sont rapportés à 100 000 parties.

AVANT LA FILTRATION	APRÈS FILTRATION A TRAVERS — DU SABLE — 2 716 litres par mètre carré en 24 heures	DU SABLE — 1 086 litres par mètre carré en 24 heures	DES CENDRES — 2 716 litres par mètre carré en 24 heures	DES CENDRES — 1 086 litres par mètre carré en 24 heures
130	Filtres engorgés	Filtres engorgés	85	69
70	59	48	63	57
40	34	30	36	32

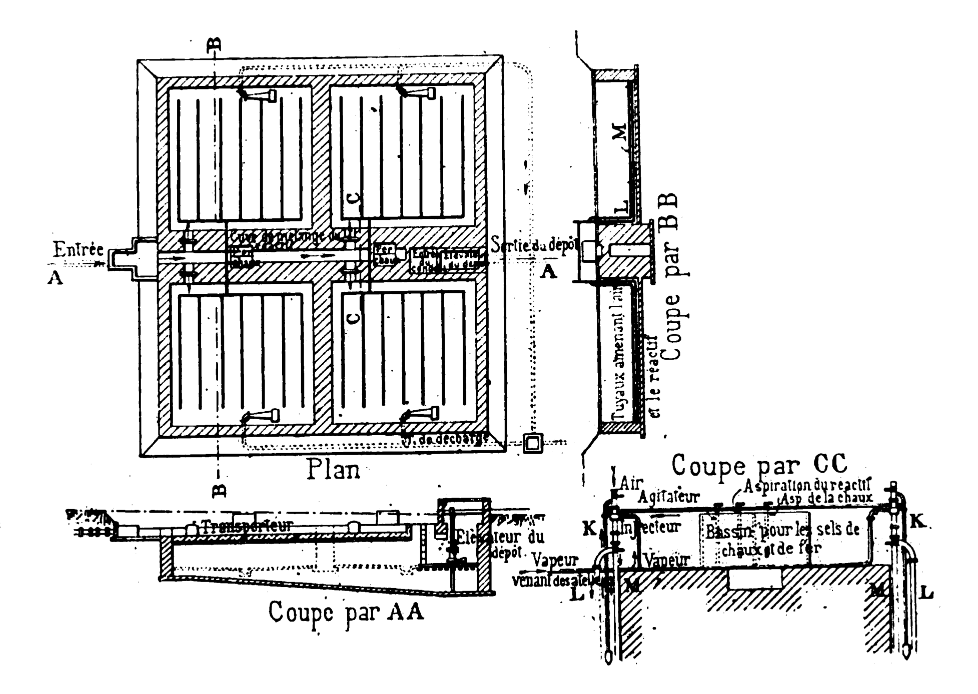


Fig. 3, 4, 5 et 6. — Plan et coupes d'une cuve pour le mélange du réactif.

L'élimination des matières en suspension peut être réalisée plus économiquement à l'aide d'un bassin de dépôt ou de précipitation que par des filtres, car ces derniers appareils exigent de fréquents lavages, lorsque la quantité de matières en suspension est un peu considérable. Le bassin Candy est bien disposé pour cette opération. Il convient beaucoup mieux aux liquides contenant une petite quantité de matières en suspension que les bassins horizontaux généralement en usage. Cet appareil (fig. 7 et 8) est alimenté par un conduit circulaire et des tuyaux AA, qui viennent déboucher en BB, un peu au-dessus du fond, afin de ne pas troubler le dépôt déjà formé. Le liquide qui se sépare des matières en suspension et vient flotter à la surface s'échappe en lames minces par les canaux CC, situés à environ 12mm 5 au-dessous de l'orifice de sortie. Le fond est plat : le dépôt est enlevé par un tuyau perforé D, qu'on fait mouvoir à la surface du fond, au moyen d'une manivelle; ce tuyau communique sans cesse avec un tuyau fixe E, constituant avec lui un véritable siphon, qui débouche à 0m 60 environ au-dessous du niveau du liquide.

Les résultats contenus dans le tableau suivant ont été obtenus avec le bassin Candy; on a traité 454 300 litres en 24 heures et employé 0gr 085 de fer-alumine par litre; ces résultats sont rapportés à 100 000 parties.

MATIÈRES SOLIDES — AVANT LE TRAITEMENT — EN DISSOLUTION — Minérales	Organiques	Total	EN SUSPENSION — Minérales	Organiques	Total	APRÈS LE TRAITEMENT — EN DISSOLUTION — Minérales	Organiques	Total	EN SUSPENSION — Minérales	Organiques	Total
43,1	35,1	78,2	3,6	15,8	19,4	50,6	21,3	71,9	»	»	»
38,2	21,9	60,1	4,7	20,6	25,3	42,7	18,6	61,3	»	»	»
44,3	41,7	86,0	3,2	13,9	17,1	47,3	33,3	80,6	»	2,0	2,0

Le bassin Ives présente un fond en forme de cône, dans lequel se réunit le dépôt, qui est puisé par une pompe près du sommet. Cette disposition est inférieure à la précédente, car il peut arriver que la partie du dépôt située au-dessous du tuyau d'aspiration soit seule enlevée, la plus grande portion restant adhérente aux parois du cône.



Dans les ateliers de la Compagnie de Teinture et d'Impression Pincroft, à Adlington (Lancashire), les liqueurs résiduelles contenant de l'indigo en solution sont introduites dans des bassins de précipitation, après avoir reçu de $0^{gr}14$ à $0^{gr}21$ d'hydrate de chaux par litre. L'indigo précipité est ensuite puisé par un injecteur au fond des bassins et retourne aux cuves de teinture, pour être employé de nouveau. Toutes les autres liqueurs, comme celles qui renferment des couleurs d'aniline, etc., sont traitées dans des cuves séparées, à l'aide de chaux et de chlorure de fer. Le 17 janvier 1895, les liqueurs brutes d'indigo contenaient, avant le traitement, 4 grammes d'indigotine par mètre cube et présentaient une couleur bleu foncé; après la précipitation, elles étaient claires et transparentes et contenaient une proportion raisonnable de matières dissoutes, parmi lesquelles une petite proportion seulement de substances organiques nuisibles. Les liquides de l'usine Pincroft ont donné les résultats suivants, rapportés à 100 000 parties :

NATURE DE L'ÉCHANTILLON	MATIÈRES SOLIDES						TOTAL des matières solides		TOTAL GÉNÉRAL	INDIGOTINE
	EN DISSOLUTION			EN SUSPENSION						
	Minérales	Organiques	Total	Minérales	Organiques	Total	Minérales	Organiques		
Résidus d'indigo avant le traitement	90	34	124	16	30	46	106	64	170	0,4
Résidus d'indigo après le traitement	84	30	114	3	1	4	87	31	118	»

Résidus du lavage de la laine. — Le lavage et le dégraissage de la laine mettent en liberté une grande quantité de matières grasses, qui exigent un traitement spécial. En même temps qu'on débarrasse la laine de ses impuretés naturelles et qu'on la rend propre à la teinture, on peut recueillir une grande quantité de sels de potasse.

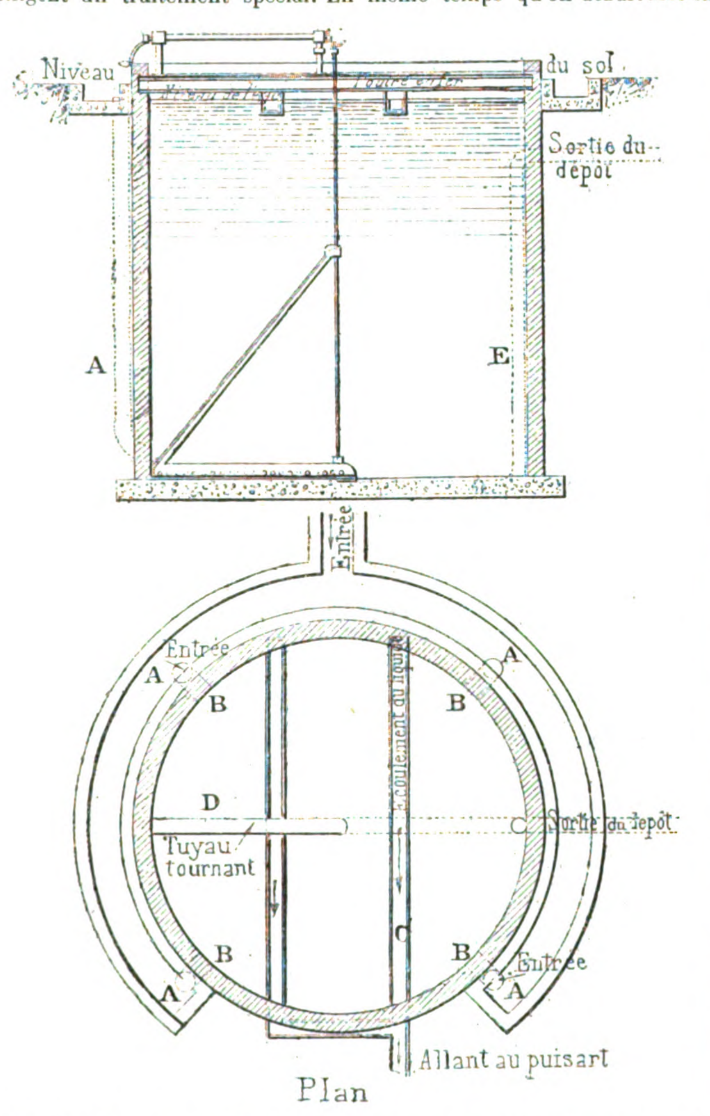


Fig. 7 et 8. — Bassin de précipitation pour les matières en suspension.

A l'usine de MM. Thomas Biggart, à Dalry (Ayrshire), on extrait ces sels et les matières grasses par le traitement suivant : l'eau de savon du premier récipient, qui contient à peu près les 9/10 des matières grasses et de la potasse, est d'abord abandonnée pendant environ 12 heures, pour laisser déposer le sable, puis évaporée jusqu'à consistance sirupeuse. On la laisse ensuite refroidir dans des vases plats en fer et l'on enlève de temps en temps les matières grasses qui montent à la surface. Le résidu semi-liquide, renfermant la potasse et les matières organiques, est calciné dans un four en briques, dont la chaleur perdue est utilisée pour la première évaporation. La calcination donne un carbonate de potassium impur, qu'on dissout de nouveau à l'ébullition; on concentre ainsi jusqu'à 48° B. : le sulfate et le chlorure de potassium cristallisent par refroidissement. La quantité de combustible nécessaire est d'environ 1 tonne pour 6 713 litres.

En France et en Belgique, et parfois aussi en Angleterre, on extrait la potasse de la laine avant le dégraissage au savon. Dans un appareil récent, imaginé par M. E. Richard-Lagerie, de Roubaix, la laine est placée dans une série de bassins munis de distributeurs et de soupapes automatiques, où elle est soumise successivement à l'action de liqueurs de force décroissante, et rincée finalement à l'eau pure. Le liquide, après avoir passé sur la laine, est puisé par des pompes et distribué de nouveau dans les bassins, jusqu'à ce qu'il ait acquis une densité de 1,07; il est alors évaporé et transformé par calcination en carbonate de potassium. Chaque appareil peut traiter environ 8 tonnes de laine par 24 heures. Le foyer consomme un poids de combustible égal au poids du sel de potassium produit.

A l'usine de MM. A. Motte et Cie, à Roubaix, on extrait les matières grasses de l'eau de savon par un battage mécanique, sans l'aide des agents chimiques. L'eau de savon est battue par un agitateur rotatif, qui produit une mousse, entraînant à la surface les matières grasses insolubles; ce mélange s'engage, sous l'action d'un râble mécanique, dans des conduits d'où un extracteur le fait passer dans des cuves en bois chauffées à 60° C. On ajoute alors, pour clarifier, de l'acide sulfurique, dans la proportion d'environ 1 gramme par litre. L'eau acidulée est décantée et utilisée de nouveau pour la clarification. Le magma passe sur des filtres de toile grossière, il est ensuite soumis à des presses à vis, puis employé comme engrais. Après le battage, l'eau peut être envoyée à l'égout sans autre purification.

Résidus de la fabrication du papier. — Les manufactures de papier contribuent largement à la contamination des rivières. Des liqueurs résiduelles recueillies, le 9 mars 1893, à l'usine de MM. Dimmock, à Darwen, ont donné les analyses suivantes, rapportées à 100 000 parties :

NATURE DES ÉCHANTILLONS	MATIÈRES SOLIDES						TOTAL GÉNÉRAL
	EN DISSOLUTION			EN SUSPENSION			
	Minérales	Organiques	Total	Minérales	Organiques	Total	
Échantillons provenant des piles raffineuses et laveuses (recueillis de cinq en cinq minutes et mêlés)	152,2	110,5	262,7	32,1	63,9	96,0	358,7
Échantillons provenant des piles à défiler et à laver (recueillis toutes les cinq minutes et lavés)	18,6	18,3	36,9	8,1	29,8	37,9	74,8

En ce qui concerne le traitement, ces résidus sont soumis aux mêmes remarques que les résidus non colorés du blanchiment : mêlés avec de la chaux et du sulfate ferreux, ils laissent déposer rapidement les matières en suspension, et le liquide qui surnage devient parfaitement clair. En adoptant ce traitement et en régénérant la soude, l'opération se fait d'une façon très économique avec un bassin de précipitation et un filtre, si c'est nécessaire.

Cette méthode est employée avec succès à l'usine de MM. Peeble, à Church (Lancashire). Toutes les liqueurs à traiter passent d'abord dans deux bassins, où s'effectue le premier dépôt, et qui ont des capacités respectives de 42 872 et de 43 840 litres. Le liquide qui surnage est conduit à un puits de $1^{m}83$ de profondeur et de 22 715 litres de capacité. Il est ensuite élevé par des pompes à une hauteur de $2^{m}135$ et réparti dans deux séries de bassins de précipitation. Chacun des bassins de la première série a $7^{m}32$ de longueur, $6^{m}10$ de largeur et $1^{m}22$ de profondeur; la contenance totale est de 163 548 litres. La seconde série comprend six bassins, ayant chacun $5^{m}95$ de longueur, $3^{m}48$ de largeur et $1^{m}52$ de profondeur, ce qui donne une contenance totale de 189 443 litres. La capacité totale des deux séries de bassins s'élève donc à 352 991 litres, ce qui représente à peu près la masse traitée en une journée.

Un briquetage forme les parois des bassins, dont le fond est en béton. Le réactif employé est le mélange de chaux et de fer-alumine. Après la formation du dépôt, le liquide qui surnage traverse des filtres de cendres de $0^{m}90$ d'épaisseur et se rend à la rivière. Le jour où l'on a réalisé les essais contenus dans le tableau qui suit, les filtres de cendres avaient subi les effets de la gelée de sorte qu'on fut obligé de confier

à un filtre de sable une grande partie du travail. En outre, les cendres étaient toutes fraiches; il est donc possible qu'elles aient cédé au liquide une certaine quantité de substances solubles, en échange des matières qu'elles ont absorbées; ces résultats sont rapportés à 100 000 parties.

NATURE DE L'ÉCHANTILLON	MATIÈRES SOLIDES — EN DISSOLUTION — Minérales	Organiques	Total	EN SUSPENSION — Minérales	Organiques	Total	TOTAL des matières solides — Minérales	Organiques	TOTAL GÉNÉRAL	REMARQUES
Liquide brut	200	46	246	72	104	176	272	150	422	Trouble.
— des bassins . . .	154	48	202	14	8	22	168	56	224	Bien clair.
— du filtre de cendres. .	154	50	204	14	6	20	168	56	224	Clair.
— — de sable. . .	152	44	196	»	»	»	152	44	196	Limpide et décoloré.

Les matières solides minérales présentaient, dans chaque cas, la composition suivante :

NATURE DE L'ÉCHANTILLON	CHAUX CaO	CHLORE	ANHYDRIDE SULFURIQUE	ALUMINE	SILICE	ACIDE CARBONIQUE SOUDE, ETC.
Liquide brut	101,3	61,2	51,4	29,3	21,3	4,5
— des bassins	60,3	36,8	54,8	6,8	1,9	7,4
— du filtre de cendres. . .	42,3	28,3	43,0	4,9	1,5	48,0
— du filtre de sable. . . .	28,2	35,0	60,0	»	»	28,8

Les échantillons étaient prélevés à des intervalles de deux heures et demie. Le dépôt formé dans les bassins de précipitation s'élevait, en moyenne, pour une période de 28 jours, à environ 17 tonnes par jour, et contenait 95 à 98 °/₀ d'humidité. Sous l'action des presses, ce dépôt se réduisait à environ 3,5 tonnes par jour, et se composait alors de :

Eau	71,50
Chaux (CaO).	2,45
Alumine (Al^2O^3).	2,01
Oxyde ferrique	0,55
Anhydride sulfurique	0,47
Acide carbonique	2,22
Chlore combiné	0,11
Sable et matières siliceuses.	5,81
Substances organiques	12,74
Soude, etc.	2,14
	100,00

Comme ce dépôt contient une quantité considérable de fibres végétales, il peut, après avoir été lavé, être utilisé de nouveau, au moins pour la fabrication des papiers grossiers ou d'emballage. Depuis l'introduction de la pâte de bois dans cette industrie, le volume des liqueurs résiduelles s'est trouvé réduit dans une telle proportion qu'on a fait des tentatives pour les envoyer directement dans les égouts des villes; mais il est à craindre que les sels de chaux, ainsi que les matières siliceuses en suspension, forment des incrustations dans l'égout et viennent à le boucher complètement, ou tout au moins à diminuer sa section.

Résidus des tanneries. — Ces résidus peuvent être rangés parmi les plus nuisibles, car ils contiennent des matières organiques putrescibles, qu'il est impossible de précipiter, au moins par les procédés ordinaires.

Un bon exemple de traitement de ces résidus est fourni par l'usine de MM. W. et J. Sagar, à Colne. Après avoir séjourné dans un certain nombre de bassins, les matières traversent, avant de se rendre à la rivière, des filtres oxydants, formés par des couches de terre et de cendres disposées pour laisser pénétrer le plus d'air possible. D'après les expériences de M. Naylor, l'oxydation des matières organiques ne fournit qu'un procédé de purification extrêmement lent. Dans les ateliers de MM. Sagar, on se débarrasse, en général, complètement, des matières en suspension, mais seulement de 30 °/₀ environ des substances dissoutes; en outre, l'ammoniaque provenant des matières albuminoïdes est aussi réduit d'environ 40 °/₀. Mais la nature des liquides bruts varie si fréquemment qu'il serait nécessaire de faire des essais continus pendant au moins un mois.

Résidus des fabriques d'alcalis. — En Angleterre, ces résidus ne souillent plus l'eau des rivières, car ils sont toujours traités par le procédé de Chance, pour l'extraction du soufre; mais on trouve dans le voisinage des fabriques des milliers de tonnes de résidus anciens, qui déversent encore dans les cours d'eau des sulfures non oxydés. En dehors du procédé Chance, divers traitements ont été appliqués à ces résidus. Le plus souvent, les liquides, recueillis dans des conduits souterrains, sont envoyés par des pompes sur un filtre d'oxyde de fer. Les sulfures sont oxydés, et le précipité formé se dépose dans deux bassins que le liquide traverse successivement; un second filtre à oxyde agit sur les traces de sulfures qui ont échappé à la première oxydation, et sur les matières qui peuvent se trouver encore en suspension.

Lorsqu'on a à traiter un volume considérable de liquide et qu'on craint l'engorgement des filtres, on mélange ce liquide avec un sel ferrique, qui oxyde les sulfures, et on le fait passer ensuite sur un filtre de sable ou de gravier.

Divers échantillons recueillis par M. Naylor, en janvier 1895, avant et après le passage au filtre, ont donné respectivement environ 3,84 et 0,64 parties d'hydrogène sulfuré pour 100 000 parties.

Galvanisation du fer. — Les résidus de cette industrie proviennent des bains d'acides sulfurique ou chlorhydrique qui servent à décaper les plaques de tôle avant de les plonger dans le zinc fondu. Ces bains tendent à se saturer de sels de fer et doivent être rejetés lorsque leur action devient trop faible.

Avec l'acide sulfurique, le résidu se compose d'une solution de sulfate de fer; on peut ajouter de la chaux, qui forme du sulfate de calcium et met en liberté l'oxyde de fer. Ce produit est parfois recueilli et employé comme matière colorante. Dans les usines où l'on se sert d'acide chlorhydrique, le résidu est une solution concentrée de chlorure de fer; on obtient alors de bien meilleurs résultats par la méthode de régénération de Turner [1], qui a été installée avec succès, en 1891, à l'usine de MM. Walker frères, à Walsall. Le liquide, évaporé à la chaleur d'un feu de coke, laisse déposer sans cesse du chlorure de fer. Ce précipité est recueilli et chauffé sur le même foyer; il se décompose, sous l'influence de l'air, en oxyde de fer et chlore. Le gaz rencontre la vapeur d'eau qui s'échappe du liquide et reforme de l'acide chlorhydrique, qui est condensé dans une tour et employé ultérieurement. L'oxyde de fer peut être employé pour garnir les fours à puddler.

Les deux fours de MM. Walker frères traitent ensemble 4 513 litres par jour, et produisent environ 1 350 à 1 600 litres d'acide à 75 °/₀, de densité 1,145 (18° B).

L'acide chlorhydrique ainsi obtenu peut contenir un peu de chlorure de fer, dû à des parcelles d'oxyde entraînées; un échantillon moyen en renfermait 8,8 °/₀ en poids. L'oxyde de fer se composait de 97,6 °/₀ d'oxyde magnétique et de 2 °/₀ de charbon et de cendres.

L'appareil produisait environ 50 kilogr. d'oxyde par jour et consommait à peu près 4 tonnes de coke par semaine. Le chlorure de fer ne tombe pas toujours au fond du récipient dès qu'il cristallise; il forme parfois une écume qui flotte à la surface et qui se décompose partiellement à cause de la température élevée. Un échantillon de cette couche superficielle a donné la composition suivante :

Chlorure de fer	53,40
Oxyde de fer	20,14
Humidité.	22,21
Charbon et matières insolubles	4,01
	100,00

Deux hommes sont nécessaires pour surveiller cette installation : l'un pendant le jour, l'autre la nuit. La dépense s'élève, en moyenne, à 10 francs la tonne.

Julien LEFÈVRE,
Docteur ès Sciences.

HYDRAULIQUE

REMARQUES SUR L'ÉCOULEMENT DE L'EAU
dans le nouvel aqueduc allant du lac Katrine à Glasgow.

Le but des considérations qui vont suivre est de donner les résultats de quelques expériences faites sur l'écoulement de l'eau dans le nouvel aqueduc reliant le lac Katrine à Glasgow, afin de déterminer la valeur du coefficient de frottement n dans la formule de Kutter et aussi pour se rendre compte des vitesses obtenues en se servant de flotteurs.

La formule de Kutter relative à l'écoulement de l'eau dans les tunnels est :

$$C = \frac{41{,}6 + \frac{1{,}811}{n} + \frac{0{,}00281}{i}}{1 + \left(41{,}6 + \frac{0{,}00281}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{m}}}.$$

(1) *Industries*, t. X, p. 163; 1891.



C = coefficient d'écoulement;
i = sinus de l'inclinaison du tunnel:
n = coefficient de frottement;
m = rayon moyen en pieds (0^m305).

Sur un parcours de 53 % de la longueur totale, les parois de l'aqueduc sont revêtues de béton (fig 1). Pour faire ce revêtement, on a disposé d'abord un cadre formé de lattes de 0^m15 sur 0^m05; sur ce cadre on a cloué horizontalement des planches de 0^m02 d'épaisseur enduites de savon mou pour les rendre glissantes à mesure que le béton était placé. On prit toutes les précautions nécessaires pour obtenir un bon parement et, sauf en quelques points défectueux, on

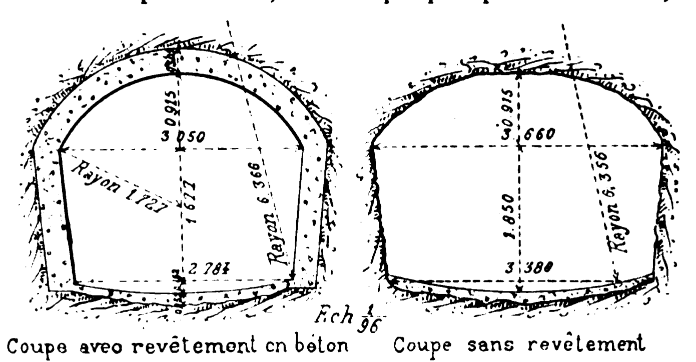


FIG. 1 et 2. — Coupes de l'aqueduc avec ou sans revêtement en béton.

n'eut pas besoin de crépis. Le radier fut recouvert de béton dans toute son étendue et parfaitement aplani au moyen d'une aplanissoire métallique. Comme le montre la figure 2, dans la partie du tunnel où les parois ont été laissées à l'état brut, la largeur est plus grande de 0^m610, afin de tenir compte du frottement additionnel.

En supposant un écoulement maximum (le niveau est alors à 0^m305 au-dessus de la ligne de naissance de la voûte), cette augmentation de largeur implique un accroissement de section utile de 21 % et de 8,25 % pour le rayon moyen. Ces accroissements ont été adoptés par M. J.-M. Gale en se basant sur les valenrs de n qu'il avait déduites d'après les expériences faites dans l'ancien aqueduc du lac Katrine, valeurs qui étaient respectivement 0,0184 et 0,025 correspondant à la partie revêtue et à la partie brute du tunnel.

La partie du tunnel qui a servi aux expériences est parfaitement rectiligne et s'étend depuis la chambre d'accès à High Lettre jusqu'à celle située au pont de Blairgar, sur une longueur de 56 mètres. Plus de la moitié de cette longueur est recouverte de béton et la pente est $\frac{1}{5,5}$. On détermina la profondeur de l'eau dans l'aqueduc au moyen d'échelles graduées et la vitesse moyenne réelle fut obtenue en divisant le débit (déterminé au-dessus du déversoir du réservoir de Mugdock) [1] par la section d'écoulement dans le tunnel. Les résultats obtenus sont figurés sous la forme du tableau n° 1 ci-après.

Dans le but de faire des comparaisons avec les valeurs précédentes, on se servit de flotteurs constitués par des pièces de bois circulaires de 0^m044 de diamètre et 0^m020 d'épaisseur. On employa aussi des flotteurs à tiges de 0^m025 de diamètre et de 0^m660 de longueur, lestés de plomb de façon à assurer une immersion de 0^m546 et peints en blanc afin d'être facilement distingués. Ces flotteurs furent munis de crochets à leur extrémité supérieure pour permettre de les retirer plus facilement, et chaque série de flotteurs fut numérotée de 1 à 10.

On plaça les flotteurs dans l'eau, à des intervalles de temps de 30 à 45 secondes, en ayant soin de noter exactement le moment de l'immersion. On observa que 5 ou 6 flotteurs de chaque série arrivaient avec un retard de 1 ou 2 minutes sur les autres : ceci est dû probablement aux remous produits dans les parties rugueuses du tunnel. Ces flotteurs furent écartés et on ne tint compte dans le tableau cidessous que des flotteurs restants qui arrivèrent tous à moins de 30 secondes l'un de l'autre.

Il semblerait, d'après ces expériences, que les vitesses obtenues au moyen des flotteurs à disques, ne sont pas d'une exactitude satisfaisante; si l'on admet la formule de Darcy [2] permettant de déduire la vitesse moyenne de la vitesse à la surface, on constate que, dans le cas qui nous occupe, les résultats déduits des expériences sont de 18 % inférieurs aux valeurs réelles. D'un autre côté, les vitesses obtenues en se servant des flotteurs à tige, donnent une moyenne qui n'est que de 34 % inférieure à la moyenne exacte, ce qui est une approximation très suffisante dans la plupart des cas.

Les valeurs déduites pour n varient entre 0,0119 et 0,0129, la moyenne étant 0,0124, sauf dans un ou deux cas exceptionnels où les mesures furent entachées d'erreurs ne s'élevant d'ailleurs pas à plus de 0,0001 en plus ou en moins. Cette valeur de n est à peu près intermédiaire entre celles attribuées par Kutter dans les deux hypothèses de « planches rugueuses » et « moellons et briques » et s'accorde bien avec les valeurs trouvées par M. W. J. B. Clerke dans les expériences faites dans l'aqueduc amenant l'eau à Bombay [1].

En ce qui concerne la valeur très élevée trouvée par M. Gale pour l'ancien aqueduc, elle doit être attribuée sans doute au revêtement en maçonnerie dont le tunnel était muni et dont les joints étaient très ouverts, tout le mortier ayant été enlevé par l'eau ; ceci provoque des remous par suite desquels le frottement à la surface est considérablement augmenté.

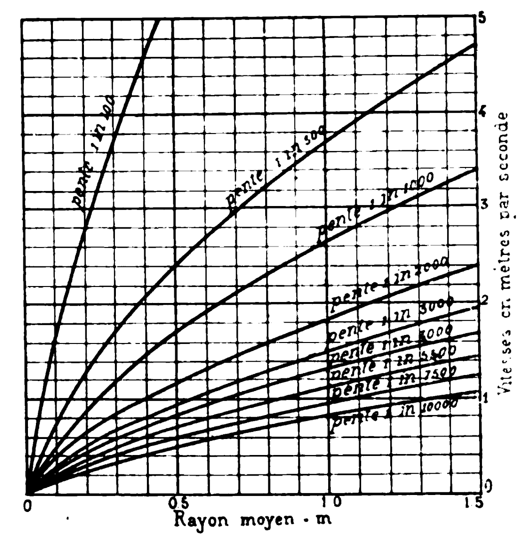


FIG. 3. — Diagramme des vitesses d'écoulement en fonction du rayon moyen de la conduite.

Les vitesses de décharge ont été calculées pour diverses valeurs de m et de i pour $n = 0{,}0125$, et les courbes de vitesses (fig. 3) en ont été déduites.

Dans le tableau n° 2 figurent les résultats de quelques observations sur la décharge des siphons établis dans la vallée de Blanc. Il y a deux lignes de tuyaux de 1^m220 de diamètre et de 1 085 mètres de longueur; au moment des expériences, ces tuyaux avaient été posés depuis deux ou trois ans et l'eau y avait séjourné pendant quatre mois; ils avaient donc été exposés à un certain degré de corrosion. On mesura le volume d'eau évacué à la sortie, comme pour l'aqueduc, ainsi que les niveaux en différents points. Les débits fournis par les tuyaux pour différentes valeurs de l'inclinaison sont donnés par le tableau n° 2 et concordent presque entièrement avec les valeurs obtenues par le calcul en se servant de la formule de Darcy modifiée par le professeur Univin, qui s'applique aux tuyaux revêtus intérieurement de brai, savoir $v = 69\sqrt{di}$: v est la vitesse de l'eau en pieds par seconde; d le diamètre du tuyau en pieds et i l'inclinaison du courant.

TABLEAU I

Observations sur l'écoulement de l'eau dans l'aqueduc, à différents niveaux.

Profondeur de l'eau dans l'aqueduc		Section du cours d'eau	Décharge par seconde au-dessus du déversoir	Vitesse moyenne par seconde	Rayon moyen m	Coefficient de décharge c	Coefficient de frottement n	Vitesse par seconde à la surface au moyen de flotteurs	Vitesse moyenne par seconde au moyen de tiges lestées
Pieds	Pouces	Pieds carrés	Pieds cubiques	Pieds	Pieds			Pieds	Pieds

TABLEAU II

Décharge de tuyaux de 1^m220 de diamètre, pour différentes inclinaisons.

Inclinaison	Décharge du tuyau évaluée expérimentalement	Vitesse	Décharge déterminée par la formule	Vitesse calculée par la formule
	Pieds cubiques par seconde	Pieds par seconde	Pieds cubiques par seconde	Pieds par seconde

A. D.

(1) Le débit de l'eau fut obtenu au moyen de la formule $Q = 3{,}421\, l \sqrt{h^3}$; Q = débit en pieds cubiques par seconde; l = longueur du déversoir en pieds; h hauteur d'écoulement en pieds.

(2) $v_m = v_0 - 25{,}4\sqrt{mi}$.
v_m = vitesse moyenne en pieds par seconde.
v_0 = vitesse à la surface en pieds par seconde.

(1) *Minutes of Proceedings*, Inst. C. E., volume CXV, p. 27.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

APPAREIL HAMPSON POUR LA LIQUÉFACTION DES GAZ

Si, après avoir comprimé un gaz fortement, mais cependant pas assez pour amener sa liquéfaction, on opère en lui une brusque détente, l'abaissement de température qui en résulte suffit parfois pour amener la liquéfaction partielle ou complète de ce fluide, voire même sa solidification. La constatation n'est pas nouvelle : il y a près de vingt ans que M. Cailletet l'a faite pour la première fois, en ouvrant le robinet qui, dans son appareil pour la liquéfaction des gaz permanents, lui servait à ramener fort vite à celle de l'atmosphère la pression graduellement obtenue à l'intérieur. Mais ce n'est qu'en octobre 1895 que M. Linde a utilisé le fait pour amener l'air à l'état liquide, sans le concours de tout corps, acide carbonique, oxyde nitreux ou autre, destiné à abaisser sa température.

Il faut cependant reconnaître que, dès le 23 mai 1895, le Dr W. Hampson avait breveté, à Londres, un appareil de liquéfaction des gaz, uniquement basé sur ce principe, et dont le fonctionnement a été trouvé excellent, le 21 mars dernier, à l'usine d'oxygène de Brin, à Londres. Le journal anglais *Nature* du 2 avril a décrit cet appareil, au sujet duquel M. William A. Tilden, professeur de chimie au *Royal College of sciences*, a publié dernièrement une intéressante notice dans la *Revue générale des sciences pures et appliquées*.

Le gaz, préalablement amené à une pression convenable, environ 120 atmosphères pour l'oxygène, parcourt successivement trois serpentins, constitués par des tubes de cuivre, enroulés en spirale, et

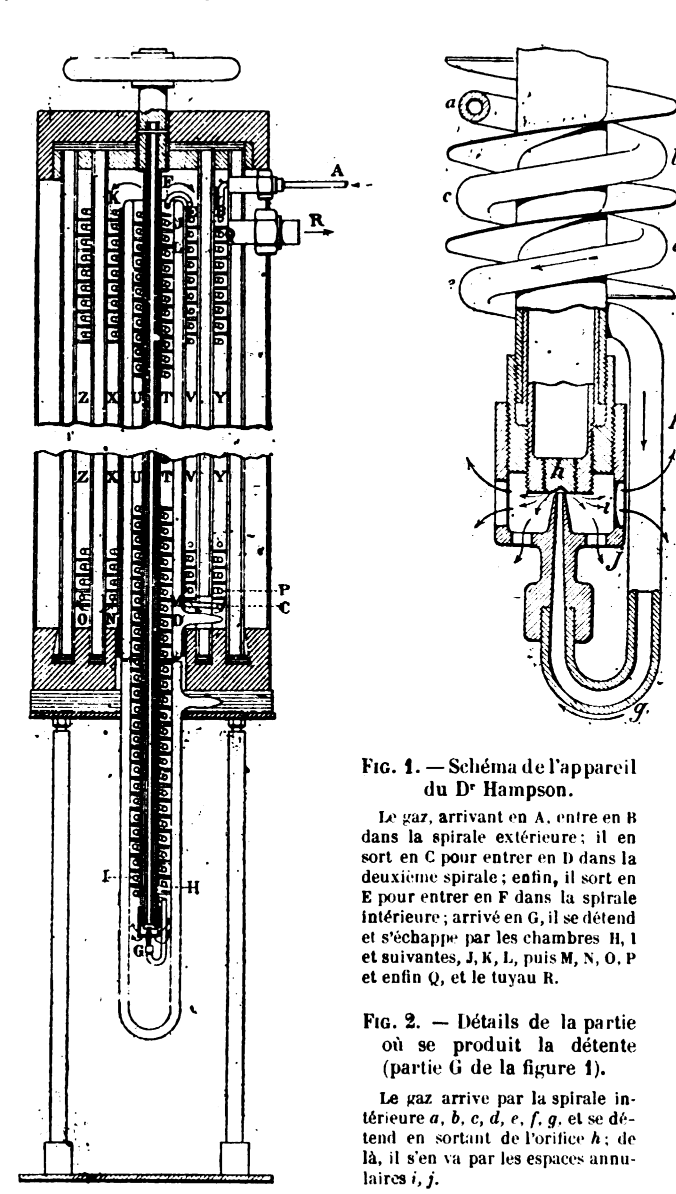


Fig. 1. — Schéma de l'appareil du Dr Hampson.

Le gaz, arrivant en A, entre en B dans la spirale extérieure; il en sort en C pour entrer en D dans la deuxième spirale; enfin, il sort en E pour entrer en F dans la spirale intérieure; arrivé en G, il se détend et s'échappe par les chambres H, I et suivantes, J, K, L, puis M, N, O, P et enfin Q, et le tuyau R.

Fig. 2. — Détails de la partie où se produit la détente (partie G de la figure 1).

Le gaz arrive par la spirale intérieure *a, b, c, d, e, f, g*, et se détend en sortant de l'orifice *h*; de là, il s'en va par les espaces annulaires *i, j*.

contenus dans une boîte cylindrique de même métal. Ces trois serpentins, disposés concentriquement les uns aux autres, sont séparés, le premier de l'extérieur, et les deux premiers l'un de l'autre, par des espaces annulaires, remplis d'une matière isolante. La séparation entre les deux manchons intérieurs est assurée par un manchon de verre, semblable à ceux qu'emploient MM. Cailletet et Dewar, et dans lequel on a fait le vide. Le serpentin intérieur, qui a naturellement un diamètre plus petit que les deux autres, a, en revanche, une hauteur plus grande; il traverse la base de la boîte cylindrique qui entoure les deux autres serpentins, et se prolonge à l'extérieur, protégé par le manchon de verre. Cette disposition est évidemment faite pour faciliter l'enlèvement du produit liquide.

Le gaz, entré par la partie haute du serpentin extérieur, sort finalement par la partie basse du serpentin intérieur. Il s'en échappe par un orifice, dont les lèvres, fort rapprochées l'une de l'autre, sont formées chacune par une lame de couteau. On comprend de quelle détente devient le siège, après ce laminage à grande vitesse par une ouverture aussi rétrécie, le gaz qui sort sous la forte pression régnant à l'intérieur du tube. Le refroidissement que, du même coup, il subit, est énorme.

Pour en faire bénéficier le courant gazeux qui parcourt encore les serpentin, le fluide ainsi décomprimé ne peut s'échapper à l'extérieur, qu'en suivant, autour des tubes, un chemin inverse de celui qu'il a parcouru à l'intérieur et au cours duquel il lèche constamment la paroi des serpentins. A cet effet, les espaces annulaires, qui entourent ceux-ci, sont divisés, par des cloisons horizontales, en compartiments que le gaz parcourt l'un après l'autre. Le gaz entrant est donc de plus en plus refroidi, à mesure qu'augmente la réfrigération progressive de l'appareil lui-même; finalement, une partie du gaz passe à l'état liquide.

L'appareil, qui a été expérimenté à l'usine Brin, mesurait 70 centimètres de hauteur, sur 175 millimètres de diamètre; au bout d'une demi-heure, il s'est mis à donner de l'oxygène liquide, pas tout à fait un centimètre cube par minute.

Comme le remarque M. Tilden, cette expérience décisive, faite en présence d'un grand nombre de savants célèbres, ne peut manquer de devenir d'une application fréquente dans les laboratoires. Elle va probablement donner le moyen d'obtenir l'hydrogène liquide, en assez grande quantité pour permettre l'étude de ses propriétés physiques, peut-être même de l'avoir à l'état solide. Il s'ensuivra la possibilité d'arriver très près du zéro absolu; on comprend l'importance qu'aura un semblable résultat.

Gérard Lavergne,
Ingénieur civil des Mines,
Ancien élève de l'École Polytechnique.

CHEMINS DE FER

DILATATION DES RAILS SOUDÉS

Une des principales causes qui se sont opposées à l'extension du système de voies continues par soudage des rails, est la crainte que l'on avait que le jeu des dilatations occasionnât des déformations ou même la destruction de la voie. Les essais faits en Amérique n'ont pas justifié ces craintes et aujourd'hui on dépasse des longueurs de rails continus de 10 kilomètres sans inconvénient; la dilatation n'y cause aucune déformation apparente et la voie ainsi obtenue est plus invariable que celles dont les rails sont séparés de façon à pouvoir se dilater librement.

M. Ch.-Ed. Guillaume a montré par un calcul très simple (1) que ce résultat, au premier abord paradoxal, est, en réalité, conforme à la théorie. Contrairement à ce qu'on est porté à penser, *à priori*, c'est dans les sections de faible longueur que les déformations sont le plus à craindre et la théorie est, en cela, parfaitement d'accord avec les faits constatés jusqu'ici dans la pratique. Nous allons montrer rapidement comment M. Ch.-Ed. Guillaume établit cette concordance.

L'action des dilatations ne peut être annulée qu'en opposant les déformations élastiques aux déformations thermiques. Or, lorsqu'un fil d'acier s'allonge de $^1/_{20\,000}$ sous la charge de 1 kilogr. par millimètre carré, cet allongement fait équilibre à la contraction due à un abaissement de température de 4°,5 environ. Si, au lieu d'un fil de 1 millimètre carré de section, on considère une barre de 10 centimètres sur 5, équivalant à un rail, la section sera 5 000 fois plus forte et les efforts nécessaires pour la déformer devront croître dans la même proportion. Il faudra 5 tonnes pour annuler l'effet de la variation de température de 4°,5 et si cette variation atteint 30° en plus ou en moins, les efforts maxima de compression ou d'extension seront de 33 tonnes environ.

On ne saurait songer à opposer des efforts mécaniques aux déformations thermiques dans de courtes distances où chaque portion de la voie d'une longueur de quelques mètres aurait à supporter toute la poussée. D'autre part, on remarquera que la longueur de la barre dont on veut maintenir les dimensions constantes n'intervient pas dans l'expression de l'effort nécessaire pour atteindre ce résultat. Cet effort sera le même pour 10 kilomètres que pour 1 mètre, il restera de 33 tonnes dans le cas supposé ci-dessus. Il ne s'agira donc plus de concentrer ces 33 tonnes à l'extrémité du même rail et on pourra

(1) Voir l'*Industrie Électrique* du 10 février 1896.

les répartir sur une section plus ou moins longue suivant le degré de liberté qu'on voudra tolérer.

Le problème se pose alors ainsi : Étant donnée l'extrémité libre d'un rail, comment devra-t-on répartir les résistances au glissement pour que le déplacement de cette extrémité soit inférieur à une quantité donnée ?

Soient α le coefficient de dilatation du rail, θ l'écart de température à craindre, s la section du rail, E le module d'élasticité de la matière dont il est formé, l la distance à l'extrémité libre ou contre-butée, F l'effort que l'on peut faire subir à l'amarrage par mètre courant de voie; l'allongement d'une section quelconque, entre deux points auxquels les efforts de voie sont $f_1 = Fl_1$ et $f_2 = Fl_2$, sera :

$$\Delta l = \int_{l_1}^{l} \left(\alpha\theta - \frac{Fl}{sE}\right) dl.$$

Si l'on suppose d'abord que l'extrémité du rail soit libre, la limite supérieure de l'intégrale devra être choisie de manière à annuler la fonction, puisque au delà de ce point, la dilatation est nulle, *à fortiori*, sans pouvoir, du reste, devenir négative. On fera donc :

$$Fl_2 = \alpha\theta sE = f_2 \quad \text{et} \quad f_1 = 0$$

et l'allongement cherché sera alors :

$$\Delta l = \frac{1}{2}\frac{\alpha^2\theta^2 sE}{F}.$$

En introduisant dans cette formule les valeurs numériques considérées précédemment, soit un rail de 50 centimètres carrés de section soumis à des écarts de température de 30° au-dessus de la moyenne, elle devient :

$$\Delta l = \frac{5}{F}.$$

Si l'on fait F = 200 kilogr., on obtient $\Delta l = 0^m025$.

En remplaçant, dans l'expression de Δl, $\frac{\alpha\theta sE}{F}$ par l_2, on a :

$$\Delta l = \frac{1}{2}\alpha\theta l_2$$

et si l'on veut calculer la valeur de l'intégrale entre les limites l_1 et l_2 on trouvera finalement :

$$\Delta' l = \frac{1}{2}\frac{\alpha\theta}{l_2}(l_2 - l_1)^2$$

et l_1 sera l'expression de la longueur du rail donnant une poussée égale à celle de la butée.

Si dans l'exemple précédent on suppose que l'extrémité du rail est maintenue par un effort de 10 tonnes, son mouvement ne sera plus que de 1^m32.

L'hypothèse d'une compression du rail dans le sens de son axe, sans la moindre torsion, n'est guère réalisable et ce rail tendra à prendre une flèche qui, s'il était entièrement libre, serait proportionnelle à sa longueur pour une même dilatation. Dans l'exemple choisi, pour un rail primitivement rectiligne, cette flèche serait égale à 0,011 de la longueur du rail; elle serait donc de 1^m10 pour une section de 100 mètres et 100 fois plus grande pour un rail de 10 kilomètres. Or on sait que les grands déplacements par rapport à l'axe sont empêchés par des efforts d'autant plus faibles que la longueur de la pièce considérée est plus grande, de sorte qu'il suffira de résistances latérales relativement faibles pour empêcher le rail de prendre une courbure accentuée. En réalité, ce n'est que sur de très petites sections que les efforts latéraux pourront dépasser l'effet combiné du poids du rail et de l'amarrage. Dans les petites sections, la compression longitudinale peut d'ailleurs devenir efficace et la déformation du rail étant alors celle d'une poutre encastrée se trouve considérablement réduite.

En définitive, le rail continu ne paraît pas présenter les dangers qu'on lui attribue, car les perturbations susceptibles de s'accumuler peuvent être aisément maintenues dans des limites admissibles avec des efforts peu considérables. La voie pourra présenter, à certains moments, une série de très petites sinuosités, mais elle conservera sa forme générale, et ces sinuosités n'auront pas d'inconvénient dans la pratique.

D.

SERRURE AUTOCLAVE A CRAN DE SURETÉ POUR PORTIÈRES
de la Compagnie du Chemin de fer du Nord.

Nous avons déjà décrit, il y a trois ans, dans le *Génie Civil* (1), la serrure autoclave à cran de sûreté pour portières de voitures de chemin de fer, imaginée par M. Ch. Bricogne, Ingénieur en chef à la Compagnie du Nord. Depuis la mise en service de ce dispositif sur des voitures de cette Compagnie, en 1893, M. Bricogne y a apporté une modification importante au point de vue de la sécurité, et dont la description vient d'être publiée dans la *Revue générale des Chemins de fer* (juin 1896).

Dans le modèle primitif (fig. 1), on faisait fonctionner le pêne par un seul doigt, actionné par deux poignées, l'une intérieure et l'autre extérieure, montées sur le même axe et parcourant en même temps le même angle. Dans la nouvelle disposition (fig. 2), au contraire, le pêne est actionné par deux doigts conduits chacun par une poignée qui agit indépendamment de l'autre.

Les deux poignées ne sont plus montées sur le même axe. Il n'y

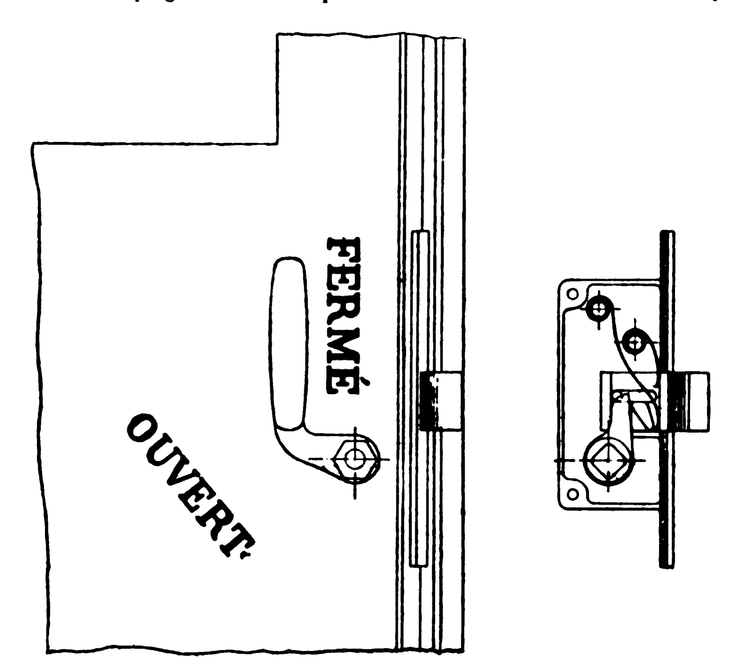


Fig. 1. — Disposition primitive de la serrure à cran de sûreté.

a rien de changé pour la poignée extérieure; mais la poignée intérieure, qui était verticale dans la position *fermé*, est maintenant placée horizontalement, ce qui oblige à la soulever en lui faisant décrire un angle de 40° pour agir sur le pêne et à exercer un effort de 5 à 6 kilogr. pour ouvrir la portière. Il y a lieu d'espérer qu'on évitera ainsi les ouvertures intempestives des portières, sous la pression involontaire de la main ou du bras. Ce mouvement de bas en haut pour ob-

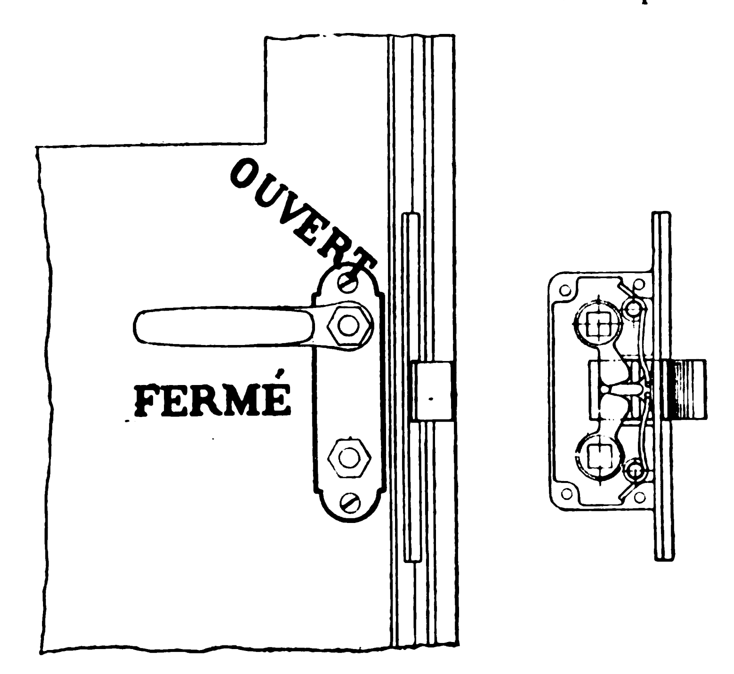


Fig. 2. — Disposition nouvelle de la serrure à cran de sûreté.

tenir la position *ouvert*, nécessitant un effort plus considérable, aura aussi l'avantage d'empêcher les enfants d'ouvrir les portières en jouant avec les poignées.

Ce nouveau dispositif présente de grands avantages tant au point de vue de la sécurité qu'à celui de la commodité. Il suffit, en effet, de pousser légèrement la portière pour qu'elle se trouve enclenchée dans le montant fixe du compartiment : dans cette position, bien que la portière ne soit qu'entre-bâillée, le voyageur peut se pencher à l'extérieur sans courir aucun danger, parce que, grâce au cran de sûreté, la portière ne peut s'ouvrir que si l'on met la main à la poignée pour la relever ; pour la fermer complètement, il suffit de la tirer à soi.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXII, n° 26, p. 417.

Il est donc à souhaiter que l'usage de ce mode de fermeture se généralise le plus possible, puisqu'elle permet la suppression du loqueteau extérieur qui nécessite une manœuvre si incommode et souvent si pénible pour l'ouverture de la portière.

C. T.

MÉTALLURGIE

LE TRAITÉ DE MÉTALLURGIE DU DOCTEUR SCHNABEL

Cuivre. — Plomb. — Argent. — Or [1].

Le traité du docteur Schnabel, que vient de traduire le docteur L. Gauthier, est certainement l'ouvrage d'ensemble le plus remarquable et le plus complet qui existe sur la métallurgie du cuivre, du plomb, de l'argent et de l'or. Il est fait avec une méthode, une clarté, une pondération parfaites. Si les procédés anciens ne sont pas oubliés, ils n'usurpent pas une place exagérée : on trouve, pour chaque métal, l'étude détaillée des méthodes et des installations les plus récentes, l'indication des principales usines où chaque procédé est aujourd'hui employé, de celles où il a été abandonné, etc. En un mot, c'est bien le tableau de la métallurgie telle qu'elle est, autant qu'on peut le faire pour une industrie sujette à des transformations si rapides.

Le seul regret qu'on pourrait exprimer, si on voulait absolument mêler une trace de critique à ces éloges, c'est que l'auteur se soit abstenu, évidemment de parti pris, de donner aucune indication de prix de revient.

Les figures sont très nombreuses et très bien exécutées; et l'on ne saurait trop remercier les éditeurs d'avoir donné au public français une bonne traduction de cet excellent traité.

Nous allons passer en revue les différents chapitres et en extraire quelques renseignements qui peuvent donner une idée de l'état actuel des questions les plus récentes.

Dans le chapitre du *cuivre*, l'auteur a conservé la distinction classique des procédés anglais et allemand, mais il constate que, dans leur ancienne formule, ces méthodes ne sont presque plus employées. Le four à cuve s'est introduit en Angleterre pour la fusion des mattes; le premier grillage s'y fait souvent dans des kilns ou dans des fours rotatifs; inversement le four à réverbère est de plus en plus usité en Allemagne pour les fontes de concentration ou la fabrication du cuivre brut.

En Amérique on emploie encore le four à réverbère à la fonte des mattes, mais celles-ci sont généralement traitées au convertisseur.

Remarquons qu'avec les grands fours à réverbère employés à Argo (Colorado), l'avantage économique des fours à cuve devient beaucoup moins marqué. Le four de fusion pour mattes, cité par M. Schnabel, dont la sole a 6m70 sur 4m30, passe jusqu'à 30 tonnes par vingt-quatre heures, avec une consommation de charbon de 33 %. A Anaconda, où le minerai est chargé chaud des cylindres de grillage, on ne brûle que 15 % de charbon. Le seul avantage qui reste au four à cuve est de donner des scories plus pauvres en cuivre.

Parmi les appareils de grillage les plus récents décrits par M. Schnabel, nous citerons le four O'Harra Brown-Allen. C'est un four à deux soles superposées, de 29 mètres de long, chauffé par plusieurs foyers latéraux où des râbles en tôle mus par des chaînes sans fin font avancer le minerai : il diffère du type primitif de O'Harra parce que les chaînes ne passent plus sur la sole même; les râbles sont fixés à des petits trucs latéraux circulant dans des rigoles séparées de chaque côté de la sole.

Les cylindres rotatifs sont aussi très employés en Amérique. On peut les diviser en deux catégories : ceux du type Brückner, qui sont horizontaux et à marche discontinue, traitant chaque fois une charge entière, et ceux du type Howell, où le cylindre très allongé (12 mètres) a une légère inclinaison de manière que le minerai en couche mince descend peu à peu d'un bout à l'autre et que la marche est continue. Ces derniers donnent peut-être une meilleure oxydation du soufre, tandis que le four Brückner convient mieux pour chlorurer.

Voici des exemples de marche comparative des trois types :

	Production par 24 heures.	Charbon consommé.	Personnel par 12 heures.	Teneur en soufre du minerai grillé.
	—	—	—	—
O'Harra	25 à 30 t.	2	1 homme pour 2 fours	4 %
Brückner	16 t.	1,80	6 — 9 —	9 —
Hockin-Oxland (cylindre incliné)	12 t.	0,60	1 — 2 —	4 —

Le four Brückner paraît le moins avantageux, mais sa marche discontinue permet d'introduire toute la charge encore chaude dans les fours de fusion, et on retrouve de ce côté une économie de temps et de combustible.

Quand on veut un grillage complet ou qu'on peut utiliser les gaz dans des chambres de plomb, les fours à tablettes superposées sont préférables : ils fonctionnent sans combustible avec les pyrites riches en soufre, et on est arrivé à les rendre automatiques. Le four Spence, que M. Schnabel a vu fonctionner à Parrot (Montana), ressemble au four Malétra; le minerai y est poussé par des rateaux fixés au bout d'une longue tige et manœuvrés par un mécanisme extérieur: on arrive à griller à 1 %. Le four Mac Dongall employé à Brooklyn pour les pyrites du Canada, a une section circulaire et les rateaux sont montés sur un axe traversant les quatre soles superposées. (L'inconvénient de ce four, qui est l'usure de l'axe, a été supprimé dans le four Frash, où l'axe creux à double enveloppe est rafraîchi par un courant d'eau.)

Le four Gerstenhöfer, qui donnait un grillage trop incomplet, n'est plus guère employé; il a été abandonné au Mansfeld.

L'affinage électrolytique du cuivre a pris un grand développement surtout aux États-Unis. Mais il ne s'applique qu'à des cuivres relativement purs : malgré les recherches persévérantes et ingénieuses de Marchese, de Hœpfner, de Siemens et Halske, les tentatives faites pour appliquer l'électrolyse aux mattes ou aux minerais n'ont pas donné de résultat industriel.

Dans le chapitre du *plomb*, nous signalerons, d'abord, les artifices employés pour faciliter la manipulation des produits plombeux et éviter l'influence délétère des vapeurs. Dans les fours à réverbère de Tarnowitz, les résidus plombeux sont extraits par un orifice pratiqué à travers la sole, devant une des portes de travail et tombent dans un creuset placé dans une niche fermée. A l'affinage, le plomb liquide est siphonné ou extrait avec la pompe de Rösing.

Le traitement au bas foyer a reçu des applications importantes aux États-Unis : on y emploie des appareils de grande dimension, refroidis par des courants d'eau et d'air. Les minerais zincifères y sont traités d'une manière spéciale (procédé Bartlett). On y utilise la volatilisation, qui était considérée comme le principal inconvénient des bas foyers. On extrait une partie du plomb par un premier traitement, pendant lequel les fumées aspirées par une hotte et un ventilateur, sont recueillies dans des chambres et dans des sacs faisant office de filtre pour le courant gazeux. Ces poussières sont refondues avec les scories dans un cubilot bas à deux rangs de tuyères; on y obtient encore un peu de plomb et des poussières de condensation qu'on utilise comme peinture blanche.

Pour la réduction au four à cuve, M. Schnabel donne les dessins d'un grand nombre de fourneaux récents. Les creusets profonds, avec écoulement continu du plomb par le siphon d'Arents sont d'un usage de plus en plus général. L'ouvrage est souvent refroidi par des caisses à eau, mais le water-jacket complet n'est guère en usage dans les grandes installations. Les grands fours rectangulaires du Colorado ont leur cuves en briques, et même renforcées à la partie inférieure par un double muraillement : on a reconnu que ce mode de construction procurait une certaine économie de combustible.

Le pattinsonage ordinaire est à peu près abandonné, sauf à Freiberg, où il n'est plus employé que pour le début de la désargentation, afin de concentrer le bismuth dans le plomb riche; le plomb appauvri à 0,1 % d'argent ne contient plus de bismuth, et on le soumet au zingage. Le système Luce et Rozan est encore employé à Pzibram.

L'auteur donne des détails intéressants sur le zingage avec addition d'un peu d'aluminium au zinc (0,5 %), tel qu'il est pratiqué depuis peu à Hoboken. L'aluminium empêche l'oxydation et lorsqu'on passe les écumes riches au ressuage, on peut liquater presque tout le plomb, parce qu'il ne se forme que fort peu d'oxydes. Au lieu d'obtenir, comme d'ordinaire, un alliage plombeux qu'il faut distiller et coupeller, on a un alliage binaire, zinc à 20 % d'argent, où on peut dissoudre le premier métal par l'acide sulfurique. On a essayé aussi de l'électrolyse, mais cette méthode parait abandonnée. Il faut remarquer que certains corps étrangers, surtout le cuivre et l'arsenic, entravent l'action de l'aluminium; on doit les éliminer par un raffinage préalable.

L'électrolyse a été essayée, sans grand succès, pour extraire l'argent de ses alliages. Le procédé Keith, pour le traitement du plomb d'œuvre, est abandonné.

Nous résumerons, d'après M. Schnabel, les procédés actuellement employés, en dehors de la fonte plombeuse, pour le traitement des minerais d'*argent*.

I. Amalgamation directe. — 1° Amalgamation au patio, encore employée au Mexique : perte en mercure 1 à 4 kilogr. par kilogramme d'argent (en moyenne 1,6); rendement, 60 à 80 % suivant la qualité des minerais;

2° Amalgamation au caso, employée dans l'Amérique du Sud. Procédé Kröncke employé au Chili, ou amalgamation au caso en présence du chlorure de cuivre...;

3° Amalgamation au pan : A. Procédé Washoe employé aux États-Unis, notamment au Comstok, perte en mercure 0,5 à 1,5 % du mine-

(1) *Traité théorique et pratique de Metallurgie : cuivre, plomb, argent, or*, par G. Schnabel, Professeur de Métallurgie et de Chimie technologique à l'Académie des Mines de Clausthal (Harz) ; traduit de l'allemand par le docteur L. Gauthier. — Un volume grand in-8° de 832 pages, avec 586 figures dans le texte. — Baudry et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : cartonné, 40 francs.



rai traité : rendement 70 à 80 %. — B. Combination process, où les sulfures sont séparés d'abord par des frue-vanners pour être traités par chloruration tandis que les Pailings sont chlorurés. — C. Procédé Boss ou continu, consistant à faire passer successivement la pulpe par tous les pans.

II. Amalgamation après grillage chlorurant. — 1° Procédé Reese-River appliqué aux États-Unis (Idaho, Montana) : perte en mercure 0,25 % du minerai; rendement allant jusqu'à 97 %. La chloruration se fait dans des fours rotatifs, surtout les cylindres allongés de White et Howel, ou dans le four Stetefeld : ce dernier, insuffisant pour oxyder, chlorure bien lorsqu'on laisse séjourner le minerai dans la chambre à poussière chauffée par un foyer spécial, et ensuite dans des chambres de refroidissement lent. L'amalgamation se fait au pan.

2° Procédé Prancke employé à Huanchaca et à Guadalupe (Bolivie). L'amalgamation se fait à la tina, sorte de pan profond en fer, chauffé à la vapeur, avec fond en cuivre.

Le procédé Designolle (amalgamation au bichlorure), essayé en Hongrie, a été abandonné.

III. Lixiviation. — 1° Le procédé Augustin, ou grillage chlorurant des mattes cuivreuses avec dissolution de l'argent dans une liqueur saturée de chlorure de sodium, n'est plus employé que pour commencer la dissolution, qu'on achève à l'hyposulfite, suivant le procédé Patera [Kapnik, en Hongrie; Altaï (Barnaul)].

2° Le procédé Patera, chloruration et lixiviation à l'hyposulfite de soude, n'est plus appliqué en Californie, mais on l'emploie avec succès dans quelques usines du Nevada, et au Mexique : on le complète souvent par le procédé Russell (Rendement 70 à 90 %).

3° Le procédé Kiss, où l'on remplace l'hyposulfite de soude par celui de chaux, ne paraît pas offrir d'avantages sérieux sur le précédent.

4° Le procédé Russel, consistant à traiter les minerais bruts par une lessive d'hyposulfite additionnée de sels de cuivre, n'est pas appliqué seul, mais la liqueur Russell est employée pour soumettre à un dernier lessivage les résidus du procédé Patera.

5° Le procédé Ziervogel, ou dissolution du sulfate d'argent obtenu par le grillage de mattes cuivreuses pures, est encore employé au Mansfeld et dans le Colorado.

Le chapitre de l'*or* est aussi très complet. Le traducteur y a ajouté quelques paragraphes sur les procédés les plus récents introduits au Transvaal.

Nous n'insisterons pas sur ces questions qui ont fait l'objet d'articles nombreux dans le *Génie Civil*. Nous signalerons seulement que, parmi les procédés de chloruration qui restent en usage pour les minerais pyriteux, M. Schnabel indique comme le plus pratique la chloruration à basse pression dans des tonneaux rotatifs où on introduit le chlorure de chaux et l'acide. Les appareils où on employait de fortes pressions sont abandonnés : ils compliquaient l'installation sans augmenter le rendement. La précipitation par l'hydrogène sulfuré est le moyen le plus rapide d'extraire l'or de la dissolution.

Pour l'affinage des métaux précieux, nous citerons le procédé Mœbius qui est employé avec succès au traitement de l'argent aurifère. L'alliage, fondu en anodes, est électrolysé dans un bain d'azotate. L'or reste indissous : l'argent pur se dépose sous forme de précipité cristallin qu'on enlève par un nettoyage continuel des cathodes.

U. Le Verrier,
Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

INFORMATIONS

Presse électrique à souder.

La Compagnie des ateliers Niles et Scott vient de faire construire, par la Compagnie électrique Thomson-Houston, une presse électrique à souder très intéressante dont nous empruntons la description à la *Zeitschrift für Elektrochemie*.

Cette machine (fig. 1), qui utilise un courant de 80 kilowatts fournis par un transformateur excité par une dynamo de 110 volts, se compose, pour la partie électrique, de quatre transformateurs de 20 kilowatts formant, avec les électro-aimants, la partie inférieure de l'appareil; au-dessus de ces transformateurs se trouve un anneau en cuivre servant à supporter la roue. On peut couper très facilement la dérivation du transformateur; de plus, un rhéostat commandé par l'opérateur permet de faire varier le potentiel suivant la section transversale de la pièce à souder. Un cylindre de presse hydraulique fixé à la partie supérieure du bâti fournit la pression nécessaire à la soudure.

Après avoir mis en place, au milieu de l'appareil, les pièces à souder, on ferme le circuit secondaire, dont on relie la portion supérieure avec la pièce supérieure du moyeu de la roue tandis que la portion inférieure est mise en contact avec la pièce inférieure du moyeu, en même temps on fait descendre le piston hydraulique, puis on ouvre le circuit secondaire au moyen d'un contact qui ferme le circuit primaire. La température du moyeu s'élève alors suffisamment pour que la soudure puisse s'opérer grâce à la pression; on continue à faire passer le courant jusqu'à ce que toutes les parties du moyeu, ainsi que les rayons qui doivent y être enchâssés, aient atteint la température nécessaire, et on termine en augmentant encore la pression sur le piston de la presse de façon à assurer une

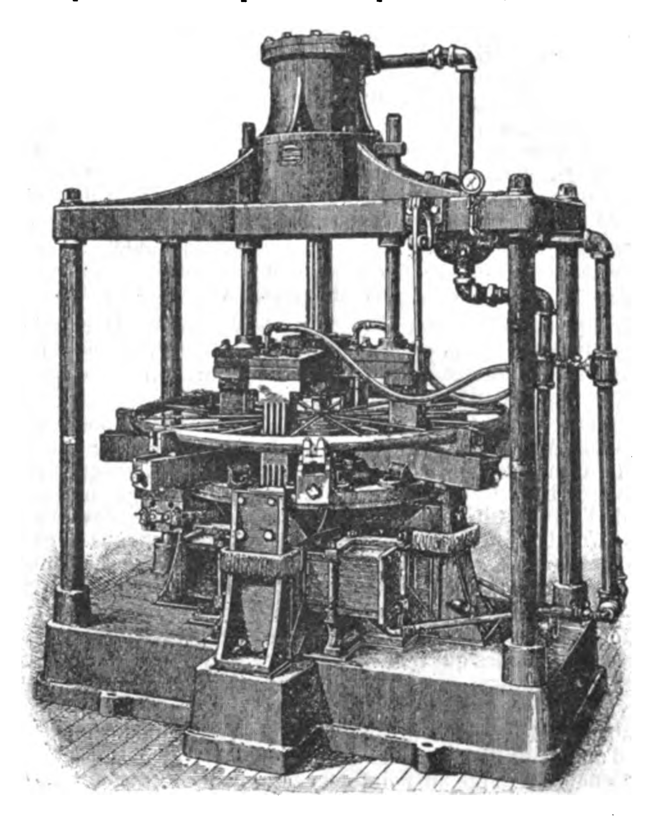


Fig. 1. — Vue d'ensemble de la nouvelle presse électrique à souder.

soudure parfaite entre les diverses pièces. L'opération demande de 15 secondes à 2 minutes, suivant la section transversale des pièces à souder et avec un courant dont l'intensité varie de 10 000 à 30 000 ampères.

Les figures 2, 3 et 4 montrent les différentes phases par lesquelles passent les plaques d'acier de 5 à 6 millimètres qui servent à constituer les moyeux; ces plaques sont estampées à froid à la presse hydraulique; la figure 5 représente un moyeu complètement terminé.

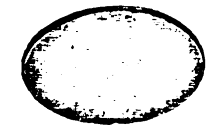


Fig. 2.

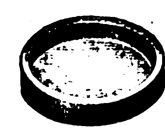


Fig. 3.



Fig. 4.

Voici la méthode opératoire suivie aux ateliers Niles et Scott : Tout d'abord on soude et arrondit les bandages au diamètre voulu au moyen d'une presse hydraulique, puis on pratique les trous pour les rayons, la section de ces derniers variant depuis 15 × 8 millimètres jusqu'à 28 × 26 millimètres. Pour installer la roue dans la machine à souder on commence tout d'abord par mettre en place le bandage, puis on pose, au milieu, un demi-moyeu; on place ensuite les rayons dans les trous du bandage et dans les évidements pratiqués sur ce demi-moyeu que l'on recouvre par l'autre demi-pièce correspondante, on enfonce alors, dans l'ouverture centrale, un noyau qui maintient toutes les pièces dans leurs positions respectives, on lance ensuite le courant dans le moyeu et on augmente la pression au fur et à mesure de l'échauffement du métal. La soudure terminée, on rabat les extrémités des rayons sur le bandage au moyen d'une presse hydraulique. On porte ensuite la roue sur le tour afin d'enlever les extrémités des rayons qui pourraient dépasser à l'intérieur du moyeu, puis on place ce moyeu sur un axe creux en fonte portant un pas de vis extérieur sur lequel on visse une manchette (fig. 5); la roue est alors prête.

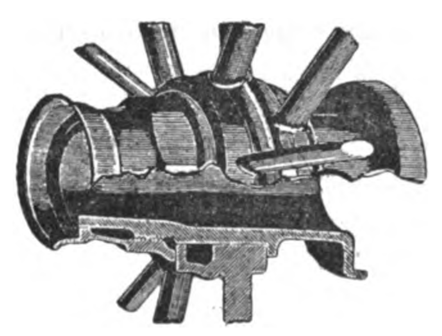


Fig. 5. — Vue d'un moyeu obtenu à la presse électrique à souder.

On peut fabriquer ainsi, paraît-il, toutes sortes de roues, depuis les plus petites jusqu'aux plus grosses employées dans les wagons à marchandises; le diamètre des moyeux varie de 80 à 150 millimètres.

École Centrale des Arts et Manufactures.

Réunion générale annuelle de l'Association des anciens Élèves.

L'Assemblée générale annuelle de l'Association amicale des anciens Elèves de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures s'est tenue, comme les années précédentes, le 3 novembre, dans l'amphithéâtre du premier étage de cette Ecole. La séance était présidée par M. Loreau, président de l'Association, assisté de MM. Honoré et Du Bousquet, vice-présidents, et de M. Buquet, directeur de l'Ecole Centrale.

M. Lippmann, secrétaire de l'Association, a donné lecture du rapport fait au nom du Comité et a présenté le bilan arrêté le 30 septembre 1896. Dans le courant de l'exercice 1895-1896, environ 38 000 francs ont été distribués en prêts et secours à des anciens élèves de l'Ecole, et les rentrées sur prêts ont dépassé 5 000 francs.

Après l'approbation des comptes, l'Assemblée générale a adopté une modification aux statuts, d'après laquelle le nombre des membres du Comité de l'Association est porté de vingt à vingt-quatre (1).

Le banquet traditionnel a eu lieu le soir, dans la galerie des Champs-Elysées, sous la présidence d'honneur de M. Henry Boucher, ministre du Commerce et de l'Industrie. Environ 650 convives se trouvaient réunis dans la même salle.

A la fin du repas, M. Loreau, président de l'Association, a d'abord remercié le Ministre d'avoir bien voulu venir présider cette réunion. Il a ensuite fait heureusement ressortir les liens qui unissent tous les membres de l'Association, et rendu hommage aux anciens élèves de l'Ecole Centrale qui sont morts victimes du devoir professionnel. L'orateur a terminé en rappelant les modifications introduites récemment dans le régime de l'Ecole Centrale, que nous avons déjà indiquées dans le *Génie Civil* (2), et en particulier celles concernant les exercices pratiques d'électricité (3).

M. Honoré, vice-président de l'Association, a porté un toast aux nombreux camarades qui n'ont pu assister au banquet.

M. Boucher, ministre du Commerce et de l'Industrie, prenant ensuite la parole, a fait l'éloge de l'Ecole Centrale et des traditions conservées par les Ingénieurs qu'elle a formés. Le véritable but de cette Ecole, d'après lui, doit être de donner à ses élèves un enseignement surtout encyclopédique au point de vue industriel : les Ingénieurs ne doivent réellement se spécialiser qu'après avoir terminé leurs études. Le Ministre a félicité M. Buquet de vouloir maintenir l'Ecole Centrale dans cette voie et il a terminé en faisant ressortir les avantages de l'autonomie et de la liberté d'inspiration qui ont assuré le succès de cette grande et utile institution.

M. Buquet, directeur de l'Ecole Centrale, après avoir remercié le Ministre pour l'intérêt qu'il porte à cette Ecole, a tenu à faire justice de certaines critiques que l'on a pu adresser au caractère encyclopédique de son enseignement. Il a fait très justement observer qu'il faut à un Ingénieur un enseignement d'un ordre plus élevé qu'à un contremaître ou à un chef d'atelier : l'Ingénieur doit, en effet, recevoir, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue technique, une instruction suffisante pour lui permettre de faire progresser l'industrie dont il s'occupe. Quant au reproche que quelques-uns font à l'Ecole Centrale de ne pouvoir assurer ensuite des positions à tous ses élèves, M. Buquet estime que c'est justement l'un des grands mérites de l'Ingénieur sorti de cette Ecole, d'arriver, généralement, à se tirer lui-même d'affaire. Il y en a qui débutent parfois dans des conditions relativement très modestes, mais pour arriver, dans la suite, à occuper ces situations qu'on leur jalouse tant et qu'on cherche si vivement à leur disputer. Aussi l'orateur a-t-il cru devoir se faire l'interprète des Ingénieurs de l'Ecole Centrale en disant qu'ils tiennent à conserver leur autonomie et leur liberté d'initiative, qu'ils ne réclament de l'Etat aucun privilège, mais qu'ils demandent tout au moins la justice et l'égalité dans les concours, toutes les fois qu'ils peuvent se trouver en concurrence avec des Ingénieurs sortis des autres écoles.

C. T.

Appareil pour la division des angles en parties égales.

On sait que, théoriquement, la division d'un angle en n parties égales nécessite la résolution d'une équation du n^{me} degré, et que la solution graphique de ce problème, au moyen de la règle et du compas, n'est possible que dans un nombre de cas très limité; on est donc obligé, le plus souvent, dans la pratique, de recourir à l'emploi du rapporteur dont l'usage n'est pas très satisfaisant surtout lorsque cet appareil est de faibles dimensions et, par conséquent, possède une graduation sommaire.

Un inventeur allemand vient de faire breveter un appareil dont nous empruntons la description à la *Revue du Génie militaire* et qui permet d'obtenir tous les points de division d'un arc de cercle en un nombre quelconque de parties égales.

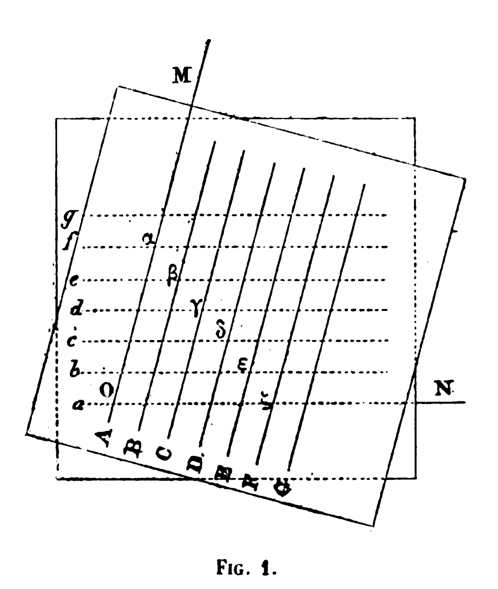


Fig. 1.

Voici quel est le principe de la méthode. Etant donné un angle MON, supposons que l'on applique sur cet angle deux séries identiques de parallèles équidistantes A, B, C, D, ... et a, b, c, d, ... (fig. 1) tracées sur deux feuilles de papier transparent, et cela de telle façon que la première parallèle de chacune de ces deux séries se superpose à l'un des côtés de l'angle : les autres lignes se couperont en formant un réseau de losanges tous identiques dont les sommets seront répartis régulièrement sur des droites respectivement parallèles et perpendiculaires à la bissectrice de l'angle donné. Il suffira, par exemple, de se reporter à la cinquième rangée pour trouver $\beta, \gamma, \delta, \varepsilon$, les points de division en cinq parties égales de la corde $\alpha\zeta$.

Le procédé suivi pour la division des arcs est absolument analogue; la seule différence consiste en ce qu'on remplace les droites parallèles par les lignes courbes BCDE ... (fig. 2) qui interceptent sur des arcs décrits d'un centre commun O et à partir d'une droite A, des arcs tous égaux à une même longueur d'ailleurs arbitraire. On opère de même à partir d'une deuxième droite a, ce qui donne les courbes b, c, d, e, ...

Cela fait, pour diviser l'angle MON en un nombre quelconque de parties égales, il suffit de superposer les deux feuilles de manière à

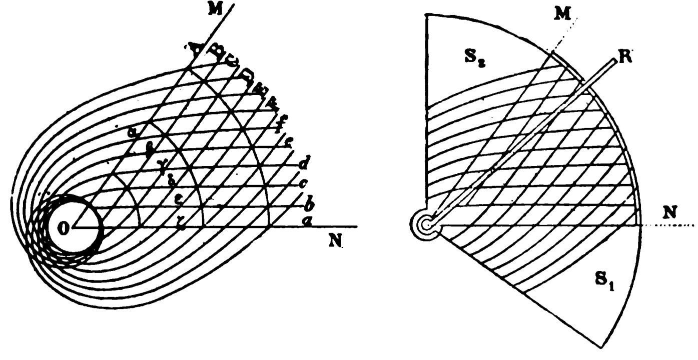


Fig. 2 et 3.

faire coïncider les centres O, o avec le sommet de l'angle et les droites A et a avec les cotes OM et ON. Les deux systèmes de courbes forment un réseau de losanges curvilignes dont les sommets sont régulièrement distribués sur des arcs concentriques avec le sommet de l'angle; il suffit donc de rechercher la rangée qui renferme $n + 1$ de ces sommets pour y trouver les points de division de l'arc en n parties égales.

L'inventeur construit ces courbes sur des secteurs transparents SS_1 (fig. 3), traversés en leur centre par un pivot autour duquel tourne une alidade, mais il est clair que l'on peut adopter toute autre disposition, comme, par exemple, celle qui consiste à se servir simplement de deux feuilles de papier calque, ce qui permettrait d'établir plus exactement la coïncidence des centres.

Nouvelles briquettes de pétrole.

Deux Norvégiens, MM. Hausp-Hausen et Holm, auraient, paraît-il, réussi à fabriquer de nouvelles briquettes avec du pétrole. Ces briquettes seraient inexplosibles, contiendraient trois ou quatre fois plus de calorique que la houille, ne se liquéfieraient pas sur les foyers et brûleraient lentement en donnant une flamme longue d'une grande intensité.

D'après le *Moniteur de la Papeterie française*, auquel nous empruntons ces renseignements, une petite briquette du poids de 25 gram-

(1) « Le Comité est composé de vingt-quatre membres élus pour deux ans, par l'Assemblée générale, à la majorité relative; il se renouvelle par moitié chaque année; les membres sortants peuvent être réélus, mais leur présence au Comité ne pourra pas dépasser six années consécutives (trois élections); après six années de fonctions, ils resteront une année sans être rééligibles.

» Toutefois, lorsque, certaines années, le nombre des membres ayant plus de six années de présence consécutives sera supérieur à quatre, il sera procédé à un tirage au sort pour désigner les quatre sortants; le chiffre de quatre sortants pour ce motif, ne devra jamais être dépassé. »

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 16, p. 254.

(3) Le ministre du Commerce et de l'Industrie vient de décider, après avis favorable du Conseil d'Etat, qu'une somme de 4 000 francs serait annuellement consacrée à assurer, sous forme de bourses, à un certain nombre d'élèves diplomés de l'Ecole Centrale, l'enseignement spécial organisé au Laboratoire central d'électricité par la Société internationale des électriciens.

mes, coûtant environ 2 centimes, suffirait pour enflammer une charge de charbon et serait, ainsi, particulièrement propre aux usages domestiques pour l'allumage des foyers. Les briquettes de grande dimension, dont le prix de revient serait sensiblement diminué, donneraient, également, d'excellents résultats pour le chauffage des machines; elles conviendraient, notamment, pour le chauffage des torpilleurs, non seulement en raison de l'augmentation considérable du rayon d'action de ces derniers, obtenu, grâce à l'emmagasinement dans les soutes, à poids égal, de trois ou quatre fois plus de calorique qu'avec la houille, mais aussi en raison de l'absence de tout dégagement de fumée.

Régulateur automatique d'alimentation pour chaudières à vapeur.

Ce régulateur, imaginé par M. Thornicroft, supprime entièrement l'inconvénient inhérent à la plupart des appareils similaires, qui est l'emploi de pièces mobiles traversant des presse-étoupes dont le frottement, quand les garnitures sont trop serrées, peut être nuisible à la régularité du fonctionnement.

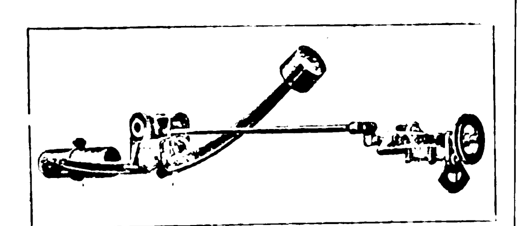


Fig. 1. — Nouveau régulateur automatique.

Le principe de l'appareil (fig. 1) est analogue à celui des robinets à flotteur employés communément dans les réservoirs d'eau. Un flotteur très solide, en acier embouti, commande un levier qui se lève ou s'abaisse avec le niveau de l'eau et, en même temps, ouvre ou ferme une valve placée dans l'intérieur de la chaudière et qui réglemente l'admission d'eau d'alimentation.

Le point important de l'invention est le dispositif employé pour permettre au flotteur de s'arrêter à une hauteur déterminée, quoique la quantité dont s'ouvre la valve d'introduction d'eau varie suivant les différentes pressions de vapeur. Dans ce but, on dispose sur l'étrier du levier à flotteur un arbre commandé par une tige munie d'une vis sans fin et passant à travers un presse-étoupes fixé sur l'avant de la chaudière. Cette tige est mise en mouvement à l'aide d'une roue dentée et d'un volant à chaîne. Un index, placé au-dessous, et indiquant la pression pour laquelle est réglée la levée du flotteur, complète l'appareil.

Modifications apportées au programme d'admission de l'École nationale supérieure des Mines.

Le ministre des Travaux publics vient de promulguer un décret modifiant sensiblement les conditions d'admission, actuellement en vigueur pour les élèves de l'École nationale supérieure des Mines.

On sait que, jusqu'à ce jour, l'organisation de cette Ecole était réglée par les décrets des 18 juillet 1890 et 20 mars 1896.

D'après ces décrets, le mode d'admission des élèves externes aux cours spéciaux était très compliqué.

Les élèves admis avaient trois origines bien distinctes : les uns, qui sont en très forte majorité, avaient suivi pendant une année les cours préparatoires de l'Ecole des Mines; d'autres étaient des élèves sortant de l'Ecole Polytechnique; d'autres enfin, en minorité infime, appartenaient à la catégorie des candidats libres qui se préparent en dehors de ces deux écoles.

On inscrivait en tête de la liste d'admission aux cours spéciaux les élèves des cours préparatoires qui, à l'issue des examens de fin d'année, avaient obtenu des notes jugées satisfaisantes.

On ajoutait à la suite, dans l'ordre de leur rang de sortie de l'Ecole Polytechnique, les élèves de cette école qui avaient obtenu une moyenne de points déterminée.

Les places restant disponibles étaient alors offertes à un concours auquel prenaient part les élèves des cours préparatoires qui avaient été ajournés, les élèves de l'Ecole Polytechnique qui ne justifiaient pas d'une moyenne suffisante et enfin les candidats libres.

Ce système consistait, en définitive, à établir à l'entrée des cours spéciaux, le concours d'admission à l'Ecole des Mines, sauf à dispenser de ce concours les plus forts des élèves des cours préparatoires, ainsi que les élèves de l'Ecole Polytechnique.

La nouvelle solution, plus simple et bien préférable à tous égards, place à l'entrée des cours préparatoires le concours d'admission à l'École des Mines. Suivant les résultats des examens de fin d'année, les élèves des cours préparatoires passeront dans les cours spéciaux, redoubleront l'année préparatoire ou seront exclus de l'école.

Les élèves externes entreront à l'Ecole des Mines par les cours préparatoires.

Une exception sera faite, toutefois, en faveur des élèves de l'Ecole Polytechnique qui seront admis, au vu de leurs notes, jusqu'à concurrence d'un nombre déterminé.

Les Comités départementaux pour l'Exposition de 1900.

Le ministre du Commerce et de l'Industrie vient d'instituer les Comités départementaux pour l'Exposition universelle de 1900.

Les sénateurs et les députés sont de droit membres de ces Comités dans les départements qu'ils représentent. Les députés font partie du sous-comité de leur arrondissement.

Le *Journal Officiel* a commencé, dans son numéro du 4 novembre, la publication des listes de ces Comités. Il la continue en insérant dans chacun de ses numéros les listes relatives à environ cinq départements, en suivant pour ceux-ci l'ordre alphabétique.

Cours publics du Conservatoire des Arts et Métiers.

Nous donnons ci-après la liste des *Cours publics et gratuits des Sciences appliquées aux Arts*, professés au Conservatoire national des Arts et Métiers de Paris (1896-1897) :

Géométrie appliquée aux arts: M. A. Laussedat, professeur; M. P. Haag, professeur suppléant. — Les lundis et jeudis, à 9 heures du soir; date d'ouverture, 5 novembre.

Géométrie descriptive: M. E. Rouché, professeur. — Les lundis et jeudis, à 7 heures 3/4 du soir; date d'ouverture, 5 novembre.

Mécanique appliquée aux arts: M. J. Hirsch, professeur. — Les lundis et jeudis, à 7 heures 3/4 du soir; date d'ouverture, 5 novembre.

Constructions civiles: M. J. Pillet, professeur. — Les lundis et jeudis, à 9 heures du soir; date d'ouverture, 5 novembre.

Physique appliquée aux arts: M. J. Violle, professeur. — Les lundis et jeudis, à 9 heures du soir; date d'ouverture, 5 novembre.

Électricité industrielle: M. Marcel Deprez, professeur. — Les mercredis et samedis, à 7 heures 3/4 du soir; date d'ouverture, 4 novembre.

Chimie générale dans ses rapports avec l'industrie: M. E. Jungfleisch, professeur. — Les mercredis et samedis, à 9 heures du soir; date d'ouverture, 4 novembre.

Chimie industrielle: M. Aimé Girard, professeur (en cas d'empêchement, M. Aimé Girard sera remplacé par M. E. Fleurent). — Les mardis et vendredis, à 9 heures du soir; date d'ouverture, 3 novembre.

Métallurgie et travail des métaux: M. U. Le Verrier, professeur. — Les mardis et vendredis, à 7 heures 3/4 du soir; date d'ouverture, 3 novembre.

Chimie appliquée aux industries de la teinture, de la céramique et de la verrerie: M. V. de Luynes, professeur. — Les lundis et jeudis, à 7 heures 3/4 du soir; date d'ouverture, 5 novembre.

Chimie agricole et analyse chimique: M. Th. Schloesing, professeur; M. Th. Schloesing fils, professeur suppléant. — Les mercredis et samedis, à 9 heures du soir; date d'ouverture, 4 novembre.

Agriculture: M. L. Grandeau, professeur. — Les mardis et vendredis, à 9 heures du soir; date d'ouverture, 6 novembre.

Travaux agricoles et génie rural: M. Ch. de Comberousse, professeur. — Les mercredis et samedis, à 7 heures 3/4 du soir; date d'ouverture, 4 novembre.

Filature et tissage: M. J. Imbs, professeur. — Les mardis et vendredis, à 7 heures 3/4 du soir; date d'ouverture, 6 novembre.

Économie politique et législation industrielle: M. E. Levasseur, professeur. — Les mardis et vendredis, à 7 heures 3/4 du soir; date d'ouverture, 3 novembre.

Économie industrielle et statistique: M. André Liesse, professeur. — Les mardis et vendredis, à 9 heures du soir; date d'ouverture, 3 novembre.

Droit commercial: M. E. Alglave, chargé de cours. — Les mercredis, à 9 heures du soir; date d'ouverture, 4 novembre.

Économie sociale: M. P. Beauregard, chargé de cours. — Les samedis, à 9 heures du soir; date d'ouverture, 7 novembre.

Varia.

Pose de la première pierre du port de Constantza. — Les travaux du port de Constantza ont été inaugurés le 28 octobre dernier, en présence du roi et de la reine de Roumanie.

Les quais de ce port auront un grand développement. La grande digue mesurera environ 800 mètres de long. L'étendue des quais sera telle, que trente-six navires pourront y stationner.

Le port sera terminé dans six ans.

⁂

Exposition de 1900. — Par décret, en date du 31 octobre, sont nommés membres de la Commission supérieure de l'Exposition universelle de 1900 :

MM. de Verneuil, syndic de la Compagnie des agents de change de Paris;

Bellan, syndic du Conseil municipal de Paris, en remplacement de M. Maury, non réélu;

Gadaud, sénateur, ancien ministre de l'Agriculture, en remplacement de M. Spuller, décédé;

Lisch, inspecteur général des monuments historiques, en remplacement de M. Boeswillwald, décédé.

⁂

Nominations. — M. Humbert, Ingénieur des Mines, professeur d'analyse à l'Ecole Polytechnique, est nommé professeur de construction à l'Ecole nationale supérieure des Mines, en remplacement de M. Résal, décédé.

— M. Icnon, Ingénieur en chef des Mines, est chargé du service de l'arrondissement minéralogique de Bordeaux.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 16 octobre 1896.

Présidence de M. L. Molinos, Président.

M. A. de Bovet fait une communication sur *le Pont Alexandre III* (1).

M. de Bovet décrit le projet du pont à construire pour l'Exposition, dans l'axe de l'Esplanade des Invalides, tel qu'il est connu par le dossier d'enquête.

Ce pont n'a qu'une seule arche de 110 mètres d'ouverture, ce qui permet de supprimer toute pile en rivière. Mais cela ne suffit pas : il faut encore le bien placer, et, au point de vue de la navigation, il l'a été mal, puisque, malgré cette portée considérable, il ne laisse en hautes eaux, sous 5m 50 de tirant d'air, qu'un passage de 30 mètres de large, et qu'il amène à rétrécir la largeur de la Seine du côté de la rive droite, du côté précisément où, à cause de la courbe que décrit le fleuve, les convois de bateaux sont rejetés à leur sortie du pont de la Concorde.

La navigation demande : 1° que le pont soit reporté vers la rive droite, de façon que les ports droits à construire restent aux emplacements déterminés à la suite de l'enquête de 1895 ;

2° Que les culées soient établies de façon que l'accès de la rive ne devienne pas impossible sous les 40 mètres que couvre le pont ;

3° Enfin, que le pont soit surélevé de 0m 80 environ, de façon à laisser en hautes eaux une corde libre d'au moins 60 mètres sous plus de 5 mètres de hauteur.

C'est surtout le voisinage immédiat du pont des Invalides, distant du nouveau pont de 200 mètres seulement, qui rend indispensable de tenir compte des demandes de la navigation. On ne voit pas quelles objections sérieuses peuvent être faites aux deux premières, qui conservent toute leur valeur en tout état de cause. Si, pour des motifs de pure esthétique, on croyait devoir se refuser à admettre la troisième, il faudrait alors se résoudre à reconstruire le pont des Invalides.

M. Fleury est d'accord avec M. de Bovet pour réclamer contre le rétrécissement de la voie navigable, qui serait la conséquence de l'exécution du projet actuel. Mais on doit aussi se préoccuper de ne pas rétrécir le débouché d'écoulement des grandes crues. Il y a là une question de sécurité pour les riverains d'amont. Or, les culées projetées font, sur le profil actuel des murs droits des quais, une saillie de 21 à 22 mètres, sur chaque rive. Un pareil rétrécissement constitue un réel danger.

Si, pour éviter ces deux inconvénients, on donne plus de flèche à l'arc métallique, on rompt le niveau entre l'Esplanade et les Invalides, et le maintien de ce niveau paraît une condition essentielle de l'esthétique du projet.

Si on fait un arc beaucoup plus allongé, de façon à reporter les culées au delà des murs du quai, le problème devient immédiatement plus difficile et sa réalisation serait fort coûteuse.

Il y aurait un procédé plus modeste, mais d'une réalisation plus simple et plus économique : ce serait un pont à plusieurs arches, en disposant celles-ci de façon qu'elles se projettent à peu près exactement sur celles du pont des Invalides. Le débouché d'inondation serait beaucoup moins rétréci que par les culées projetées, et la circulation de la batellerie ne serait pas sensiblement plus gênée qu'à tout autre passage du pont.

M. A. de Bovet répond aux observations de M. Fleury que, les Ingénieurs de la navigation considérant comme dangereux de descendre au-dessous de 110 mètres d'espace libre, on ne peut mettre de pile au milieu qu'à la condition de reculer les culées. Quant à l'établissement de plusieurs arches, la position occupée par les piles du pont des Invalides ne permet pas d'adopter le nombre de deux ou de trois qui produirait un entrecroisement des piles très dangereux pour la navigation ; il faudrait donc arriver au nombre de quatre et reporter l'axe du pont vers la rive droite, comme on le demande déjà pour un arc unique.

M. Léon Appert fait une communication sur l'*Industrie du verre*. Il en énumère les phases successives :

1° La composition et le mélange des matières vitrifiables ;

2° La fonte du verre ;

3° Le travail pour la mise en œuvre du verre fondu.

M. Léon Appert signale, en premier lieu, en ce qui concerne la composition du verre, l'influence qu'ont eue pour l'amélioration de sa qualité les perfectionnements apportés à la fabrication de la soude, le carbonate de soude obtenu par le procédé Leblanc, et, plus tard, par le procédé Schlœsing et Rolland, ainsi que le sulfate de soude, venant se substituer aux cendres des végétaux employés primitivement ou aux soudes imparfaites provenant de la fonte ou de la lévigation de ces cendres employées ultérieurement.

Il signale, en même temps, les avantages économiques que présente l'introduction directe, dans les mélanges vitrifiables, de produits naturels contenant des corps constitutifs du verre et plus particulièrement des corps alcalins tels que les feldspaths.

L'étude des propriétés physiques du verre, spécialement au point de vue optique, a amené à introduire dans sa composition des corps jusqu'ici inemployés pour cet usage. On a ainsi obtenu des verres doués de pouvoirs réfringents très variés, les plus propres à répondre aux besoins de l'optique scientifique et industrielle.

M. Léon Appert passe à l'examen des améliorations apportées à la fusion du verre :

Il signale les modifications importantes qu'ont subies les conditions économiques de cette opération d'un si grand intérêt par l'adoption, maintenant générale, des fours à gaz et particulièrement des fours du système Siemens, à gaz et à chaleur régénérée.

Il rappelle que ce système de four a été adopté en France, dès son apparition, par MM. Maes et Clémandot, à la cristallerie de Clichy, et par M. Hector Biver, à la glacerie de Saint-Gobain.

L'économie de combustible obtenue, déjà de près de 50 % sur sa consommation, comparée à celle des anciens fours à la houille, devait être encore augmentée quelques années plus tard par l'invention des fours à bassin, à chargement et à travail continus, utilisables pour la production de masses importantes de verre de même nature, comme il est nécessaire de le faire pour la fabrication des bouteilles et pour celle des verres à vitres.

La puissance de production de ces appareils, de beaucoup supérieure à celle des fours à creusets qu'ils remplaçaient, était telle qu'elle dépassait rapidement les besoins de la consommation, amenant une véritable perturbation dans les conditions économiques du marché.

Il signale également les avantages qu'ont procurés à des verreries de moindre importance les fours à gaz du système Boetius, spécialement dans la fabrication de la gobeleterie de cristal et de verre.

L'emploi du gaz semble, du reste, devoir se généraliser dans les verreries, en particulier pour la recuisson des pièces après leur fabrication.

M. Léon Appert, en rappelant les diverses espèces de gazogènes portant les noms de leurs inventeurs, tels que Siemens, Wilson, Lencauchez, employés en Europe, et le gazogène Taylor employé aux États-Unis, cite ceux d'entre eux dont l'emploi est le plus fréquent dans les verreries, suivant les besoins auxquels ils ont à répondre.

Il dit quelques mots de la régénération du carbone des gaz brûlés et du gazogène imaginé à cet effet par MM. Biedermann et Harvez.

Puis il parle du gaz naturel aux États-Unis et de son emploi pour le chauffage des fours de verrerie.

Abordant la question du travail et de la mise en œuvre du verre, M. Appert rappelle les améliorations apportées au travail par soufflage, par l'emploi de l'air comprimé mécaniquement. Il signale ensuite l'importance que prennent le procédé de moulage à la presse et le procédé plus récent de moulage à la presse suivi du surchauffage par l'air comprimé.

Il rappelle également le procédé de moulage méthodique déjà présenté à la Société.

A propos de la fabrication des glaces obtenues par coulage, il fait connaître les perfectionnements apportés aux procédés de doucissage, de savonnage et de polissage employés dans cette branche si importante de l'industrie du verre ; il cite l'abaissement de près de 60 % obtenu dans le prix de revient de la glace polie du fait de leur adoption.

Il termine en signalant les essais en cours pour la fabrication mécanique des bouteilles et flacons, essais qui, jusqu'ici, n'ont donné que des résultats incomplets, sur lesquels il espère avoir à revenir plus tard.

M. Léon Appert, après avoir résumé les observations qui viennent d'être présentées, entre dans quelques considérations générales sur l'avenir de l'industrie du verre, sur son développement et sur les services qu'elle est appelée à rendre, en se plaçant successivement au point de vue de la fabrication de ce corps d'une si grande utilité, et de son emploi.

E. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 25, p. 385.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 26 octobre 1896.

M. Cornu, président, fait l'éloge funèbre de M. Félix Tisserand, membre de la section d'astronomie, décédé le 20 octobre.

Chimie organique. — 1° *Recherches sur l'arabinose*, par MM. Berthelot et G. André.

Les recherches de MM. Berthelot et G. André sur les glucoses réclamaient, comme complément nécessaire, des études comparatives sur l'arabinose. En effet, tandis que les premiers corps sont des hexoses, $C^6H^{12}O^6$, dérivés de six molécules CH^2O réunies par des voies diverses, l'arabinose constitue un type de pentose, $C^5H^{10}O^5$, dérivé de cinq molécules semblables. Les pentoses sont caractérisés par leur transformation régulière, sous l'influence des acides étendus, en furfurol, qui en représente un anhydride

$$C^5H^{10}O^5 = C^5H^4O^2 + 3H^2O,$$

ce composé étant formé avec une absorption de chaleur presque nulle. En effet, l'arabinose et le furfurol sont également représentés dans leur composition par du carbone uni aux éléments de l'eau, constituant des composés endothermiques, avec une absorption de chaleur presque identique.

MM. Berthelot et G. André ont étudié spécialement l'action de l'eau pure et celle des acides diversement concentrés sur l'arabinose et sur le furfurol, soit en en tubes scellés, soit par distillation. Ils ont recherché et dosé la matière humique, le furfurol, l'acide formique et l'acide carbonique, ces derniers corps se formant en proportion notable avec l'arabinose, aussi bien qu'avec les glucoses, surtout dans les conditions de distillation lente.

2° *Hexaméthylène-amine et ses dérivés nitrosés. Thermochimie.* Note de M. Marcel Delépine.

Astronomie. — *Observations de la comète Brooks (1889 V), faites à l'observatoire de Rio-de-Janeiro.* Note de M. L. Cruls, présentée par M. Lœwy.

Mécanique analytique. — *Sur les singularités des équations de la Dynamique.* Note de M. Paul Painlevé, présentée par M. Poincaré.

Mécanique appliquée. — *Sur la distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts.* Note de M. L. Hartmann, présentée par M. A. Cornu.

M. Hartmann résume les considérations qui lui ont servi à établir le caractère général des lois relatives à la distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts.

Physique. — 1° *Sur la propriété de décharger les corps électrisés, produite dans les gaz par les corps incandescents et par les étincelles électriques.* Note de M. Édouard Branly.

2° *Tension de vapeur d'un corps comprimé par un gaz qu'il dissout. Tension de vapeur d'une solution en général.* Note de M. A. Ponsot, présentée par M. Lippmann.

On peut résumer de la manière suivante les différents cas considérés :

Le gaz ou le corps dissous abaisse la tension de vapeur du dissolvant ; le gaz dans la vapeur mixte accroît la tension de vapeur du dissolvant, comme le ferait une pression.

La tension de vapeur est augmentée si le gaz est plus dense dans la vapeur mixte que dans le liquide mixte ; elle est diminuée dans le cas contraire.

La grandeur de la variation est liée au rapport des masses spécifiques du gaz dans le liquide et dans la vapeur.

Spectroscopie. — *Sur les maxima périodiques des spectres.* Note de M. Aymonnet.

E. B.

Le Gérant : **H. Avoiron.**

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — (Encre Lorilleux).



Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 2. **N° 753.** Samedi 14 Novembre 1896.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Constructions civiles** : Réservoir de Saint-Cloud pour l'alimentation de Paris au moyen des eaux de la Vigne et de Verneuil (*planche II*), p. 17 ; L. Arraou. — **Chemins de fer** : Note sur un nouveau levier de manœuvre pour changement de voie, employé sur le réseau belge, p. 22 ; A. Lechat. — **Chimie industrielle** : Impuretés du carbure de calcium commercial, p. 24 ; L. Bullier et Ch. de Perrodil. — **Automobiles** : Tricycle avec moteur à essence de pétrole, système de Dion et Bouton, p. 24 ; Ch. Dantin. — **Construction des machines** : Nouveau moteur à vapeur à simple effet et à expansion multiple, p. 27. — **Métallurgie** : Un ouvrage allemand de vulgarisation sur l'industrie du fer et de l'acier, p. 27. — **Informations** : Concours pour un projet d'omnibus automobile organisé par la Compagnie générale des Omnibus de Paris, p. 29 ; — Mesures de sécurité à prendre dans les installations électriques, p. 30 ; — Mélangeur dosimétrique pour la désinfection des grandes surfaces, p. 30 ; — Comparaison entre le gaz et l'électricité employés pour l'éclairage, la force motrice et le chauffage, p. 31 ; — Nouvelle riveuse portative pour ponts et charpentes, p. 31 ; — Fabrication de savons avec la graisse provenant des égouts, p. 31. — Varia, p. 31.

Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences, séance du 2 novembre 1896, p. 32.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 32.

Planche II : Réservoir de Saint-Cloud.

CONSTRUCTIONS CIVILES

RÉSERVOIR DE SAINT-CLOUD
pour l'alimentation de Paris au moyen des eaux des sources de la Vigne et de Verneuil.

(Planche II.)

L'adduction des eaux des sources de la Vigne et de Verneuil a déjà fait l'objet dans le *Génie Civil* [1] de plusieurs études relatives aux conduites et aux galeries d'adduction. C'est pour recueillir ces eaux que la construction d'un immense réservoir avait été prévue sur les hauteurs de Saint-Cloud.

L'emplacement choisi pour cet important ouvrage se trouve dans la plaine située au-dessus des coteaux qui bordent la Seine, entre Saint-Cloud et Suresnes. Cette vaste plaine constitue un col : à l'est et à l'ouest, se trouve la vallée de la Seine à Suresnes et à Rueil; au nord, se placent les hauteurs de Montretout et de Buzenval; au sud, le mont Valérien et Nanterre.

Le réservoir est situé sur le versant nord des hauteurs de Montretout. La surface occupée est de 8 hectares, tant pour le réservoir que pour les dépôts de terre et ouvrages accessoires. Cet espace est limité : à l'est, par le chemin de grande communication, dit boulevard de Versailles, de Suresnes à Saint-Cloud : au sud, par la rue des Villarmains ; au nord et à l'ouest, il n'y a aucune voie en bordure.

Le réservoir aura son trop-plein à la cote 107 au-dessus du niveau

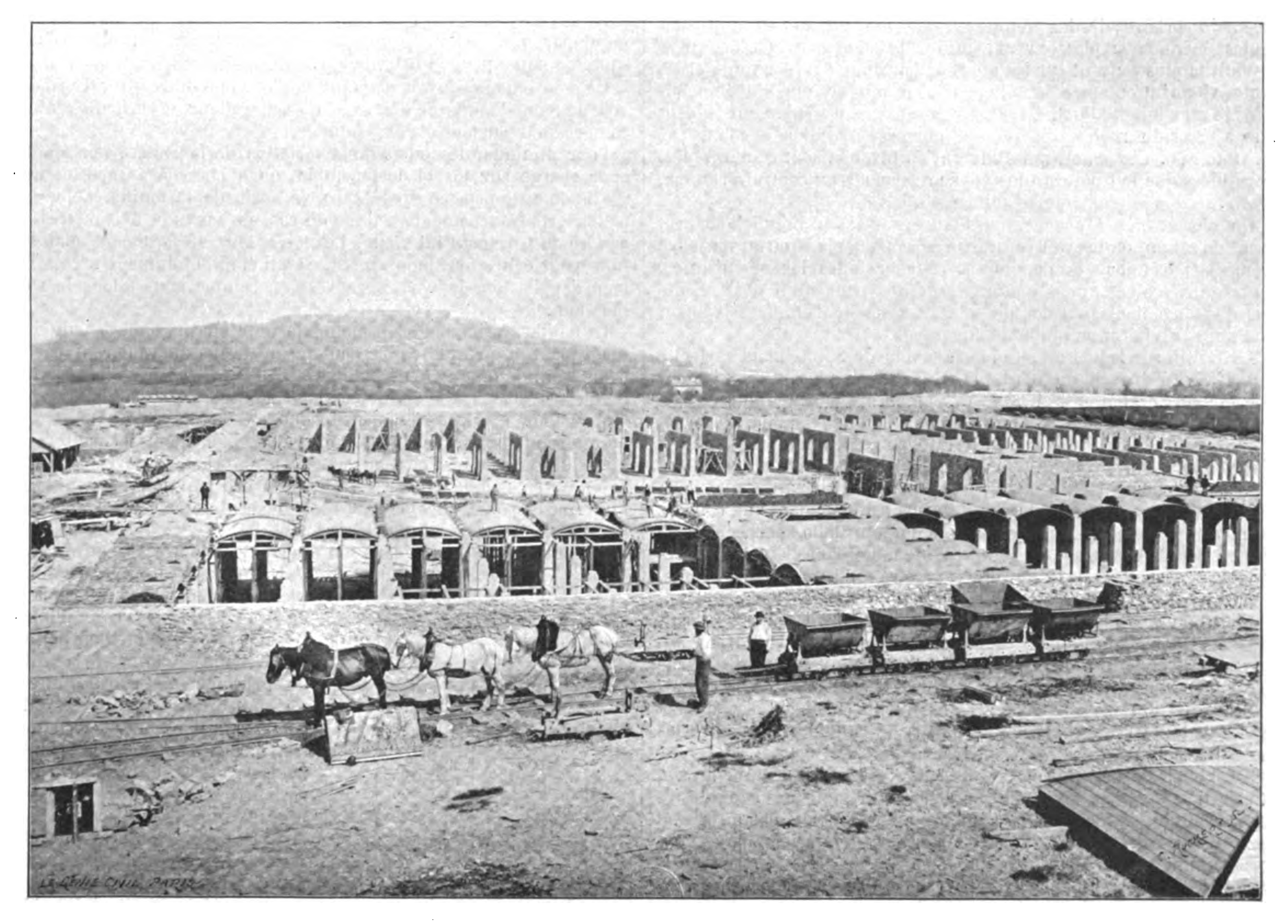


Fig. 1. — Réservoir de Saint-Cloud : Vue générale du chantier pendant la construction des voûtes.
(D'après une photographie de M. Maindron, à Saint-Cloud.)

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XVI, n° 8, p. 192 ; n° 14, p. 310 ; n° 18, p. 372 ; t. XIX, n° 8, p. 122 ; t. XXII, n° 12, p. 181 ; n° 22, p. 349 ; et n° 23, p. 375.

de la mer. Sa capacité doit être, à son entier achèvement, de 300 000 mètres cubes. Il dépasse donc, de beaucoup, les proportions ordinaires des autres réservoirs de Paris.

L'ouvrage est divisé en trois parties ou compartiments qui doivent avoir chacun une contenance de 100 000 mètres cubes.

Le premier de ces compartiments a été achevé en 1893, en même temps que l'aqueduc destiné à l'adduction des eaux. M. Legouëz, Ingénieur des Ponts et Chaussées, lui a consacré une intéressante étude [1], dont nous avons extrait plusieurs renseignements relatifs à l'emplacement de cet ouvrage, et à la constitution du sol sur lequel il repose.

Le deuxième compartiment, dont nous nous proposons de donner ici la description, vient seulement d'être terminé. Il est situé à l'ouest du premier (fig. 1, pl. II), et n'en diffère que par sa forme, qui est rectangulaire, et parce qu'il a demandé des précautions spéciales pour sa construction.

Quant au troisième compartiment, sa construction ne sera entreprise que plus tard, lorsque la nécessité s'en fera sentir.

Le terrain destiné à supporter l'ouvrage une fois étudié et connu, il a fallu s'entourer de toutes les précautions nécessaires pour bien asseoir la maçonnerie de fondation. On sait, en effet, que, quelque soin que l'on prenne dans la construction des grands réservoirs en maçonnerie, pour les tenir, autant que possible, à l'abri des influences atmosphériques, qu'on les établisse en déblai, qu'on les recouvre au moyen de voûtes protégées par une couche de terre gazonnée, alors même qu'ils ne reçoivent que des eaux de source constamment fraîches, ils n'en éprouvent pas moins des variations de température qui ont pour conséquence la production de fissures, tant dans le radier que sur les murs de pourtour.

En effet, il est facile de concevoir qu'un massif de maçonnerie, construit à une température donnée, se contracte ou se dilate selon que sa température s'abaisse ou s'élève, et les variations sont parfois très considérables. Comme l'élasticité des maçonneries est extrêmement faible, le massif ne peut, comme le ferait une masse métallique, se rétrécir ou s'allonger sensiblement sans se rompre, et sur une longueur importante, dès les premiers grands froids, on voit apparaître des fentes généralement placées vers le milieu de la longueur. C'est ce qui se produit le plus souvent sur les murs de pourtour des réservoirs, et les fentes viennent entamer le radier; il s'en produit aussi quelquefois dans le sens longitudinal, à la base des murs de pourtour qui tendent à se séparer du radier, d'après une observation qui a été faite par M. Dutoit [2]. Ces fentes, qui s'ouvrent en hiver et sont d'autant plus accentuées que le froid est plus vif, se referment, au contraire, en été, à mesure que la température ambiante s'élève.

On réussit bien à boucher ces fissures, mais, au premier changement de saison, on les voit reparaître à la même place, ou au voisinage immédiat; le mieux est donc de se résigner à les laisser subsister, en prenant seulement des mesures spéciales pour qu'il n'en résulte pas d'inconvénients, au double point de vue de l'emmagasinement de l'eau et de la conservation de l'ouvrage.

Le terrain sur lequel est situé le réservoir de Saint-Cloud présente une déclivité du sud au nord, de sorte que les inconvénients dont nous venons de parler étaient de ce chef encore plus à craindre.

D'un côté, l'ouvrage se trouve en déblai, tandis qu'il s'élève, de l'autre, au-dessous du niveau du terrain naturel. Pour éviter, autant que possible, l'inconvénient que présentent ces ouvrages en élévation, même partiellement et, d'autre part, pour réduire les déblais, on a placé la ligne des compartiments successifs parallèlement aux courbes de niveau et donné à chacun d'eux une largeur telle, perpendiculairement à cette direction, que d'un côté le radier soit placé à une profondeur suffisante dans le terrain, pour être solidement assis, et que, de l'autre, le couronnement du mur n'ait pas à supporter un massif d'une trop grande hauteur de terre ayant une tendance au glissement.

Le sol sur lequel est établi le réservoir est assez médiocre : il se compose des divers bancs du niveau des marnes à huîtres, et de marne verte au-dessous. Dans un pareil terrain, il fallait prendre des mesures de précaution pour éviter les glissements et surtout assécher la masse de toute l'eau contenue au-dessus de l'argile verte, entre les bancs de molasses calcaires des marnes à huîtres.

A cet effet, on a commencé par exécuter, à l'amont du mur du sud et parallèlement, un drain destiné à recueillir toutes les eaux du coteau. Ce drain, d'un assez fort diamètre, a été complété par un réseau de petits tuyaux en poterie de 0m 06 de diamètre intérieur, posés dans les maçonneries de diverses natures pour assécher les terres sous le radier. On a placé des drains d'assainissement venant déboucher dans la galerie contenant les conduites de départ. Ces drains sont espacés de 5 mètres environ d'axe en axe et ont une fente longitudinale du côté de la galerie amont, une largeur de 0m 30 et une profondeur de fouille variant de 0m 20 à 0m 55. Au fond de la fouille est placé un massif de maçonnerie de 0m 10 de hauteur, sur lequel sont posés des tuyaux de poterie de 0m 04 de diamètre, recouverts et entourés d'une couche de gravillon, jusqu'au niveau inférieur du radier. La surface supérieure de ce gravillon est dressée suivant un profil convexe de 0m 06 de flèche.

Le radier du réservoir est établi directement sur le sol, et ses murs sont à 0m 80 en contre-bas du radier; mais on a jugé nécessaire de placer sous le radier une couche de béton.

La hauteur utile des murs au-dessus du radier est de 5 mètres, offrant une capacité de 100 000 mètres cubes environ.

Dans le radier, on a ménagé les fondations des piliers de la couverture.

Maçonneries. — *Murs.* — Les murs d'enceinte sont du type imaginé par M. l'Inspecteur général Humblot, pour les bajoyers de la première écluse du canal de Saint-Denis.

Pour ces bajoyers, les murs du côté du sas étaient soumis à des pressions horizontales de l'eau qui variaient de 6 tonnes, pour l'écluse vide, à 90 tonnes quand l'écluse était pleine. Du côté de la rive ils étaient soumis à la poussée des terres, qui était relativement faible quand la terre était sèche, mais qui pouvait devenir considérable quand elle était mouillée, ce qui se produisait nécessairement au moment des éclusages. L'eau traversait les maçonneries, venait mouiller les terres derrière le bajoyer et y séjournait quand on vidait l'écluse. Un fait analogue devait également se produire pour le réservoir de Saint-Cloud : la terre était inévitablement mouillée et restait telle tous les hivers, en raison de la nature des terrains.

Donc, à moins de donner aux murs des largeurs considérables à la base, si l'on fait ces murs pleins, résistant simplement par leur propre poids, la résultante du poids de la maçonnerie et des forces horizontales dues tant à la poussée de l'eau qu'à la poussée des terres, vient passer assez près de l'arête extérieure des murs quand l'écluse ou le réservoir sont pleins. Quand ils sont vides, au contraire, cette même résultante vient passer assez près du bord intérieur; il en résulte qu'à chaque éclusée, ou bien, dans le cas du réservoir, quand il est vide ou plein, le sol de fondation est fortement comprimé dans des parties différentes. Si donc le sol de fondation est un peu compressible, il est à craindre qu'un léger tassement ne se produise, alternativement, à droite et à gauche de l'axe du mur. Ce tassement alternatif se révélerait par une oscillation du mur fort dangereuse, car elle est une cause de ruine pour la maçonnerie.

Ce mouvement pouvait d'autant mieux se produire pour le réservoir de Saint-Cloud que l'on avait un sol argileux et particulièrement compressible surtout à l'état humide.

Pour diminuer les effets de la variation de la poussée horizontale et la charge sur le sol de fondation, on a cherché à reporter une partie de cette poussée sur la paroi verticale de la fouille. Celle-ci a été ouverte franchement verticale du côté des terres et à 3 mètres en arrière du parement intérieur. Les terres ont été fortement maintenues pour éviter tout mouvement, ce qui était absolument nécessaire pour l'application des voûtes renversées, comme nous allons le voir plus loin.

La fouille ainsi faite, on a monté le mur en maçonnerie entièrement plein jusqu'à une faible hauteur au-dessus du radier. A partir de ce point, le mur a été décomposé en deux parties : du côté des terres on a construit un mur de soutènement muni de barbacanes, les terres restant toujours rigoureusement bloquées, puis, du côté du réservoir, on est venu appliquer contre ce mur de soutènement formant pour ainsi dire radier de fondation, une sorte de viaduc renversé, formé par des voûtes à génératrices verticales, reportant latéralement, par l'intermédiaire de piles, la poussée sur le mur de soutènement et, par suite, sur les terres (fig. 13 et 14, pl. II).

Le mur est ainsi évidé dans son épaisseur et toutes ces ouvertures de voûtes sont mises en communication dans l'intérieur des piles, de façon à laisser les eaux d'infiltration s'écouler librement, et en même temps à permettre la visite des maçonneries. De fortes culées, ne comportant que le vide de communication, ont été, en outre, ménagées en tous les points où les contreforts intérieurs reportaient la poussée des voûtes de la couverture. Les vides ainsi ouverts dans les murs ont été recouverts par des voûtes à génératrices horizontales s'appuyant sur les mêmes piliers et les mêmes culées.

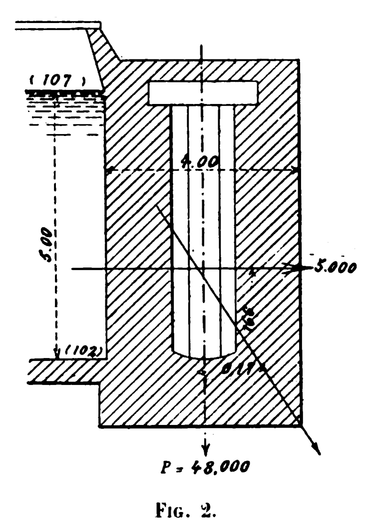


Fig. 2.

On peut faire les calculs de ces murs au point de vue des pressions de l'eau, avec la certitude qu'ils résistent comme murs de soutènement, et si l'on admet que, dans la partie inférieure, la pression horizontale de l'eau ne se transmet pas latéralement, mais bien sur le sol de fondation, on obtient les résultats suivants :

---

(1) *Nouvelles Annales de la Construction.*
(2) Note sur *les précautions à prendre dans la construction des grands réservoirs d'eau.*

Le mur offre, sur 4 mètres d'épaisseur, un volume de 24 mètres cubes par mètre courant, au maximum (fig. 2).

Abstraction faite de la poussée des terres, la pression par centimètre carré sur la base, le réservoir étant vide, est de :

$$\frac{24 \times 2000}{4 \times 10600} = 1^{kg}200.$$

Le réservoir étant plein à la cote 107, le radier étant placé à la cote 102, il s'exerce sur la base une pression d'eau de 5000 kilogr. par mètre carré.

D'autre part, le poids par mètre courant du mur est de :

$$24 \times 2000 = 48000 \text{ kilogrammes.}$$

La résultante de ces deux forces passe sur le plan horizontal, au niveau de l'origine du radier général, à une distance de l'axe $= 0^m17$, c'est-à-dire que la résultante ne sort pas du noyau central. Grâce à la disposition dont nous venons de parler, on a pu donner un large empattement au mur sans exagérer le cube de maçonnerie, et on a encore réduit la pression sur le sol de fondation.

L'épaisseur totale, qui est de 3 mètres pour le mur sud, entièrement en déblai, est plus considérable dans les parties en élévation, où les terres du remblai enveloppant le réservoir, offrent une moindre résistance à la poussée horizontale. Elle atteint 4 mètres au mur nord, entièrement en élévation, comme dans le mur séparatif des deux compartiments.

Les murs sont en maçonnerie ordinaire avec ciment de Portland. Ceux ouest et nord ont une largeur totale de 4 mètres et on leur a donné en fondations une surépaisseur de 0^m20 jusqu'au niveau du radier. Comme nous l'avons dit, ces murs présentent à l'intérieur des évidements appareillés en voûtes à génératrices verticales, des deux côtés des terres et du réservoir (fig. 12, 13 et 14, pl. II). Les piles et les culées de ces évidements sont percées d'ouvertures permettant de circuler dans tout le pourtour du réservoir et dont le radier présente une légère pente vers le point bas du réservoir. Ces évidements sont eux-mêmes fermés à la partie supérieure par des voûtes à génératrices horizontales.

Le mur sud n'a qu'une épaisseur de 3 mètres, mais toujours avec la surépaisseur de 0^m20 à la base.

Voûtes. — Les voûtes en berceau, arc de cloître, et les voûtes d'arêtes qui forment la couverture, sont disposées de manière à bien équilibrer les poussées. Elles sont constituées par des briquettes posées à plat (fig. 4). Leurs naissances se trouvent à 0^m25 en contre-haut du trop-plein. Ces voûtes couvrent un carré de 4^m55 de côté et présentent une flèche de 0^m60 sur les deux berceaux. Elles ont une épaisseur uniforme de 0^m056 et sont recouvertes par une chape en ciment de Portland de 0^m02 (fig. 15, pl. II).

Piliers. — Les piliers de support ont, aux naissances, une section carrée de 0^m45 de côté et sont séparés de 5 mètres d'axe en axe ; ils présentent un fruit sur chaque face jusqu'à 1 mètre en contre-haut du radier, et tel qu'à cette hauteur leur section soit celle d'un carré de 0^m60 de côté (fig. 2, pl. II). De ce point jusqu'au radier ils reposent sur un socle de 1 mètre de côté.

Toutes les six voûtes et dans les deux sens, sont établis des contreforts : ce sont des murs pleins de 0^m45 de largeur, dans lesquels sont percées des ouvertures de 2 mètres de largeur terminées en voûtes plein cintre, ayant leurs naissances à 3^m50 en contre-haut du radier; ces murs verticaux sont prolongés jusqu'au sommet des voûtes.

Les piliers correspondant aux contreforts sont élargis. Au sommet ils sont formés d'un carré de 0^m60 de côté. Ils présentent, jusqu'à 1 mètre en contre-haut du radier, un fruit tel qu'en ce point leur section soit celle d'un carré de 0^m75 de côté; ils reposent ensuite jusqu'au radier sur un socle de 1 mètre de côté. Avant de recevoir les voûtes d'arêtes, les piliers ont été arasés en forme de pointe de diamant.

Contre les murs sont établies des culées correspondant à chaque file de piliers. Pour les piliers isolés et du côté des murs de pourtour perpendiculaires à la file des piliers, elles ont 0^m45 de largeur et une longueur variant entre 3^m50 et 7^m50. Elles sont évidées en leur milieu par des ouvertures analogues à celles existant dans les contreforts. Pour les files de piliers présentant des contreforts, la largeur de la culée est portée à 0^m60.

Tous les piliers, culées et contreforts, sont fondés à 0^m30 en contre-bas de la fondation générale du radier, et la largeur de la fondation est uniformément de 1^m40.

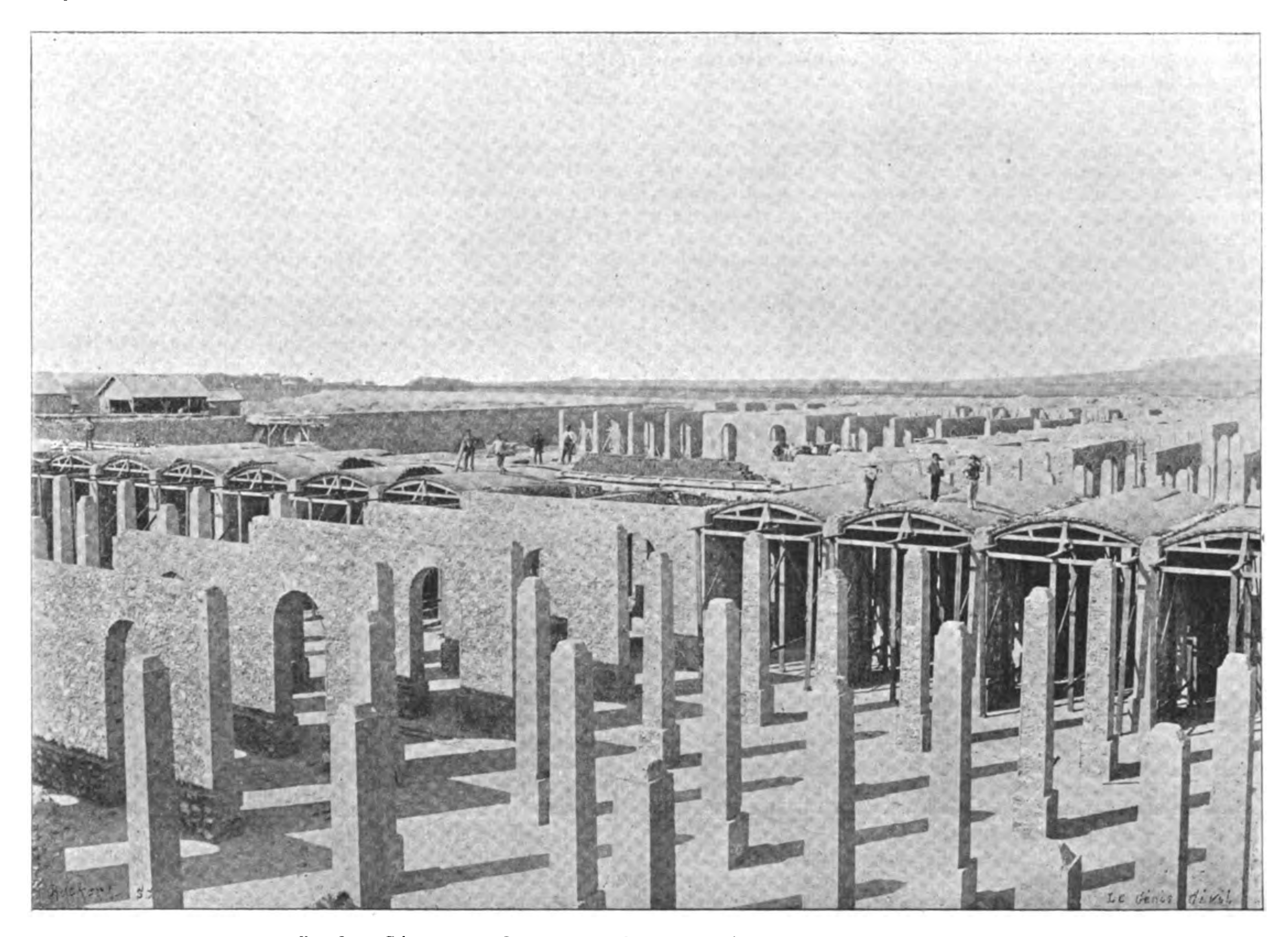


FIG. 3. — RÉSERVOIR DE SAINT-CLOUD : Construction des voûtes formant la couverture.
(D'après une photographie de M. Maindron, à Saint-Cloud.)

Radier. — Le radier se raccorde avec les murs d'enceinte par des congés en arc de cercle de grand rayon. Il est en maçonnerie de ciment de Portland sur une épaisseur uniforme de 0m30. La surface supérieure présente une double pente vers le tuyau de vidange.

Remblais. — Les reins des voûtes d'arête sont d'abord remplis jusqu'à mi-hauteur de la flèche avec un béton en ciment de Portland. La chape une fois faite, les voûtes sont ensuite recouvertes d'un remblai réglé suivant une surface horizontale à 0m40 en contre-haut du sommet de la chape.

Les portions de mur de réservoir sont également remblayées et le talus extérieur est dressé à 3 de base pour 2 de hauteur.

Enduits. — Tous les parements vus des maçonneries sont recouverts d'un enduit de 0m02 jusqu'à 0m10 en contre-haut du plan d'eau dans le réservoir, c'est-à-dire jusqu'à la cote 107,10 environ.

Distribution d'eau. — La distribution d'eau comporte : d'abord une bâche d'arrivée (fig. 6, 7 et 8, pl. II) d'où l'eau peut être envoyée dans les divers compartiments; ensuite deux bâches de distribution d'où l'eau pénètre, soit dans le réservoir, soit directement dans les conduites de distribution (fig. 3, 4 et 5, pl. II); enfin les conduites de départ, de trop-plein et de vidange, mettant en communication le réservoir avec la galerie.

L'eau est amenée par l'aqueduc principal de 1m80 de diamètre. Elle peut en sortir par quatre tuyaux de 1m10 de diamètre, dont deux, dirigés vers le nord, sont destinés aux deuxième et troisième compartiments desservis par une première bâche de distribution; une seconde bâche, située vers l'est, reçoit les deux autres conduites de distribution. L'entrée de ces divers tuyaux est commandée par des vannes métalliques; en outre, des rainures pratiquées dans la maçonnerie permettent d'établir deux rangées de poutrelles pour former un batardeau.

Les deux premiers tuyaux passent en souterrain, au moyen d'un siphon, sous la galerie d'accès, et vont aboutir à la première bâche de distribution. Les deux autres sont logés dans une galerie voûtée placée au sud du réservoir, qui se prolonge jusqu'en face de la bâche de distribution du premier compartiment.

On a prévu à dessein les doubles tuyaux ou conduits, pour qu'en cas d'avaries à un de ces tuyaux, le fonctionnement du système soit quand même assuré.

A l'endroit des bâches de distribution placées à hauteur des murs séparatifs des différents compartiments, la galerie et les deux tuyaux se retournent à angle droit (fig. 1, pl. II) de manière à aborder les bâches perpendiculairement au mur sud du réservoir. De ces tuyaux partent des tubulures qui viennent déboucher dans les bâches sur une même ligne parallèle à ce mur sud, à la cote 106,10.

Des tuyaux en fonte de 1 mètre de diamètre, fermés par des clapets, font communiquer ces bâches directement avec la galerie placée sous le réservoir, où ils se branchent sur deux conduites en fonte de 1 mètre de diamètre, servant à la distribution sur Paris.

On comprend, par l'inspection des figures 3 à 8 (pl. II), que l'eau peut se rendre dans chacun des compartiments si les clapets de départ sont fermés, et cela par trois déversoirs de 2m50 de développement chacun, dérasés à la cote 107.

Mais la chute d'une grande masse d'eau par ces déversoirs, tombant de 5 mètres de hauteur sur le radier du réservoir, pourrait entraîner des dégradations importantes au bout d'un certain temps. Aussi a-t-on installé d'autres tuyaux qui, traversant le radier de la bâche, débouchent à mi-hauteur.

Ces déversoirs peuvent être facultativement barrés au moyen de batardeaux qu'on établit entre deux rangées de poutrelles engagées dans des rainures de la maçonnerie. L'eau se rend alors directement dans la galerie de départ sans passer par le réservoir.

On peut, à volonté, par le jeu de ces batardeaux et des clapets, remplir ou laisser vider tour à tour chacun des compartiments. Les chapets sont manœuvrés de façon à pouvoir régler le débit suivant les besoins.

Il a fallu prévoir des ouvertures de déversement de trop-plein pour maintenir le niveau de l'eau à la cote 107; il pourrait, en effet, survenir des accidents qui occasionneraient l'écroulement des voûtes, comme cela s'est déjà produit dans certains cas. Il s'ensuivrait alors un débordement d'eau qui est précisément rendu impossible par ces ouvertures de trop-plein.

Il peut aussi arriver que l'on ait besoin de vider l'un des compartiments. A cet effet, on a ménagé des vannes de vidange. Ces vannes, de même que les conduites de trop-plein, amènent l'eau dans la galerie de départ, où l'on a prévu une cunette. Celle-ci est en communication avec des tuyaux qui vont se déverser en Seine, près du pont construit entre Saint-Cloud et Suresnes.

Les conduites de distribution C C (fig. 1, pl. II) sont branchées dans la galerie, sur les conduites de départ. Des vannes, d'un système spécial dont nous parlerons plus loin, sont destinées à commander ces conduites de distribution.

Les deux tuyaux de 1 mètre de diamètre, situés dans la galerie, vont se réunir dans une chambre de raccord sur la grosse conduite en tôle d'acier de 1m50 de diamètre qui se prolonge jusqu'à Paris. Dans cette chambre (fig. 9, 10, 11, pl. II) se trouvent, sur chacune des conduites de 1 mètre, des robinets-vannes qui permettent de les séparer de la conduite de 1m50. Des tubulures de vidange permettent également de vider les conduites.

Le tuyau de 1m50 en fer se poursuit en galerie sur toute la partie haute du coteau de Saint-Cloud. Viennent ensuite des arcades en maçonnerie destinées à supporter ce tuyau et à lui faire traverser la ligne du chemin de fer du Champ de Mars à Courbevoie. Puis la Seine est franchie sur un pont métallique à large treillis, porté par trois piles en maçonnerie; on peut voir sur le fleuve le tuyau placé entre les deux poutres de ce pont, sur lequel est ménagée une passerelle pour piétons.

Après la traversée de la Seine, le tuyau s'engage de nouveau dans une galerie souterraine, qui se poursuit jusque dans l'enceinte même de Paris.

Dispositions générales. — Le réservoir est entièrement recouvert d'une couche de terre végétale sous une épaisseur moyenne de 0m40 à 0m60.

Des jours ont été ménagés au centre de chacune des cases formées par un groupe des différentes voûtes d'arêtes, voûtes en arc de cloître et voûtes en berceau; on a donné de la sorte un peu de lumière à l'intérieur du réservoir.

Des escaliers d'accès métalliques, en colimaçon, sont ménagés dans la plate-forme de terre recouvrant les voûtes; on y parvient par de petites lanternes vitrées.

D'autres escaliers, des trappes et de petites galeries de communication permettent d'accéder facilement dans les diverses parties: bâches, galerie d'arrivée et galerie de départ.

L'ensemble est entièrement recouvert d'un plancher métallique et d'un kiosque vitré rehaussé de terres cuites et de mosaïques. Comme Saint-Cloud est un centre d'attraction pour les promeneurs, on a cherché à ne pas détruire l'harmonie du paysage par une construction qui aurait manqué d'élégance. C'est ainsi que, pour l'habitation d'un fontainier et l'installation d'un bureau, on a construit un bâtiment assez coquet.

Au point de vue de l'exécution des travaux et des précautions particulières à observer, on a d'abord procédé à l'établissement du drain d'assèchement parallèle au mur sud. Puis on a construit ce mur dans des fouilles en rigole, et l'on a ensuite attaqué le déblai du noyau qui a été fait à l'excavateur.

En même temps s'élevait le mur nord, dans lequel on laissait une brèche pour la rentrée des appareils et la sortie des déblais. De même se poursuivait la construction de la galerie entre la bâche d'arrivée et les bâches de distribution.

Les piliers étaient d'une construction particulièrement délicate en raison de leur hauteur assez importante et de leur section relativement faible; il fallait pourtant assurer leur verticalité exacte pour bien asseoir les voûtes d'arêtes et les rendre solidaires.

Pour cela, on construisit des caissons en bois et tôle ayant à l'intérieur le vide nécessaire pour contenir exactement un pilier; on maçonnait par assises successives jusqu'au sommet.

Les voûtes ne sont stables qu'autant qu'elles restent solidaires dans une même case et, si l'une d'entre elles vient à être détruite, elle entraîne fatalement la destruction à peu près certaine de toutes les autres; c'est pourquoi il a fallu employer, pour l'exécution de ces voûtes, un très grand nombre de cintres.

Les briquettes employées ont la même longueur et la même largeur que la brique ordinaire, mais elles n'ont que 0m027 d'épaisseur. Elles sont posées à plat sur les cintres, à joints croisés et séparés par un lit de mortier de ciment de Portland, au dosage de 450 kilogr. de ciment par mètre cube de sable fin. Les briquettes du premier rang, formant arêtiers, sont fabriquées spécialement avec un angle relevé de manière à établir une liaison entre deux voûtes voisines. Les briquettes du deuxième rang sont taillées à la main. Les briques formant sommiers sur les piliers et sur les piles-culées sont également taillées à la main suivant le rayon de courbure des voûtes.

La construction de ces voûtes (fig. 1), qui n'ont qu'une épaisseur de 0m07 pour une portée de 4m50, nécessite des soins tout particuliers. On commence par cintrer et construire les voûtes en arc de cloître des angles; on construit ensuite les voûtes en berceau du pourtour et enfin les voûtes d'arêtes du milieu, en ayant soin de cintrer en entier et en une seule fois toutes les voûtes d'arêtes d'un compartiment de couverture.

Les ouvriers présentent d'abord sur les cintres les briquettes formant arêtiers, qu'il faut choisir et placer suivant les positions qu'elles doivent occuper. Ils posent ensuite les deux rangs de briquettes, en commençant par les sommiers pour terminer à la clef des voûtes, et prenant le soin de garantir, pendant la construction, par des planches ou par tout autre moyen, les parties fraîches sur lesquelles ils sont obligés de s'appuyer. Cette précaution est indispensable pour éviter des dislocations dans le dernier rang de briquettes pendant la durée de la construction.

Le mortier de ciment à prise lente convient mieux pour l'exécution

de ces voûtes légères, que le ciment de Vassy, à prise rapide. Les ouvriers étant obligés de marcher sur leur travail et les cintres n'étant pas toujours d'une rigidité absolue, le mortier des joints, s'il a fait prise, peut se casser et les maçonneries n'offrent plus d'homogénéité.

On opère le décintrement lorsque les mortiers ont fait prise complète, c'est-à-dire au bout de trois ou quatre jours, suivant la température de l'air.

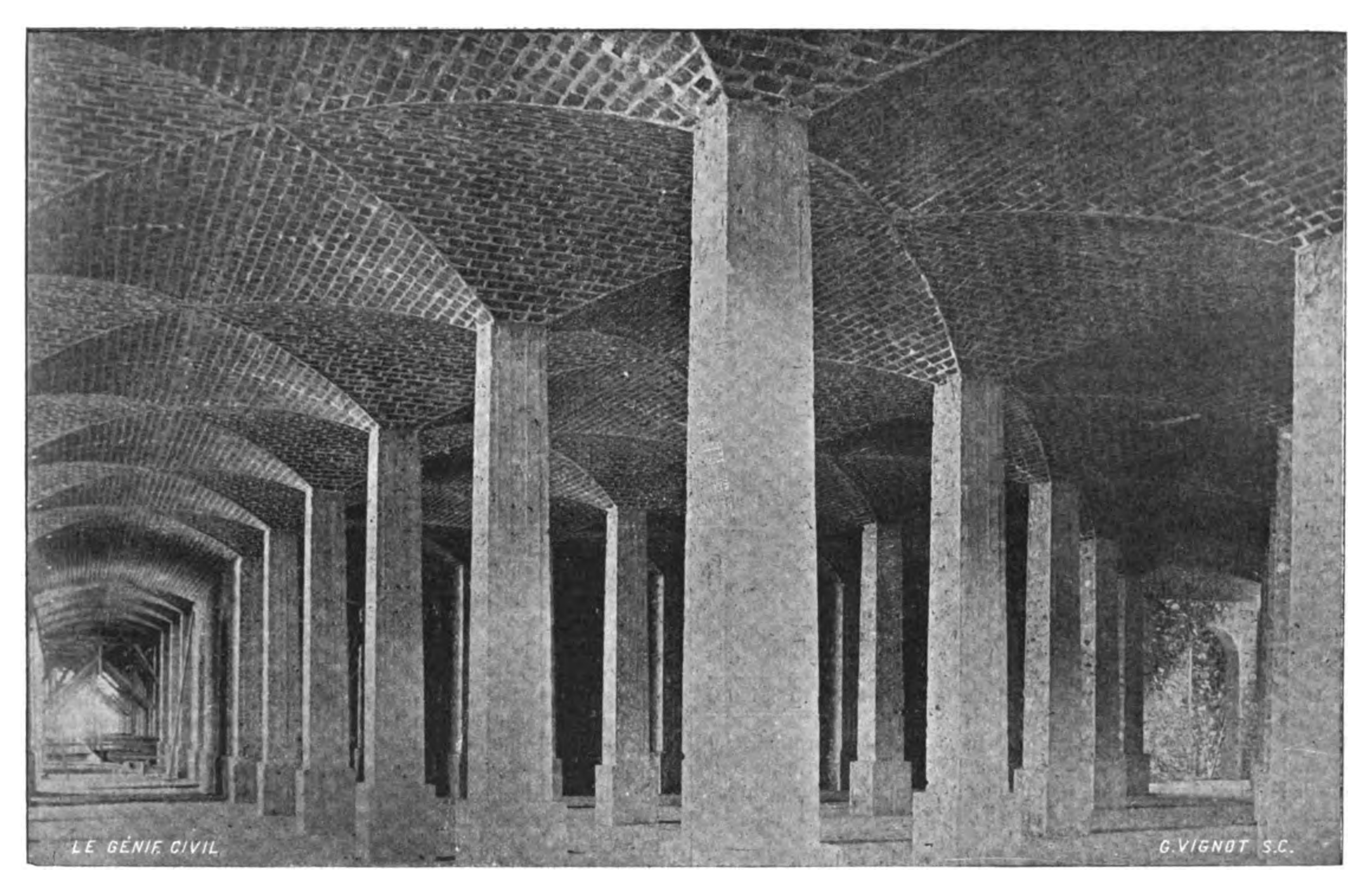


FIG. 4. — RÉSERVOIR DE SAINT-CLOUD : Vue intérieure du réservoir.
(D'après une photographie de M. Maindron, à Saint-Cloud.)

Après le décintrement, les reins des voûtes ont été remplis, comme nous l'avons déjà dit, d'un léger remblai en béton. Puis, par-dessus, une chape générale en mortier de ciment de Portland a été établie sur une épaisseur de 0m 02. Des tuyaux de drainage placés en tous les points bas que présente la surface sinueuse de la chape et qui correspondent soit au sommet des piliers, soit aux extrémités des murs supportant les voûtes en berceau, traversent le béton et la voûte et débouchent sous une couche de cailloux de 0m 30 de hauteur formant pierrée, et interposée entre la chape et la terre végétale qui recouvre l'ensemble.

Le répandage de la terre végétale a dû être exécuté avec beaucoup de soin, par couches de 0m 10 de hauteur au plus, en commençant chaque couche par le pourtour pour finir au centre. Il y aurait, en effet, danger à charger ces voûtes légères d'une manière dissymétrique.

BONDES DE DISTRIBUTION. — Les bondes placées à l'embouchure des conduites de distribution situées au niveau du radier sont nécessairement soumises, quand le réservoir est plein, à une pression très considérable. Aussi, on comprend qu'il soit difficile à l'homme chargé du service de les soulever. M. l'Inspecteur général Humblot a imaginé un système spécial qui mérite d'être signalé.

Ces bondes ou clapets affectent la forme de toupies (fig. 5). Dans ces conditions, l'effort initial pour soulever la bonde est encore très grand, mais il suffit qu'un léger soulèvement soit provoqué pour qu'immédiatement la force d'écoulement de l'eau, en raison de sa vitesse, vienne diminuer cet effort.

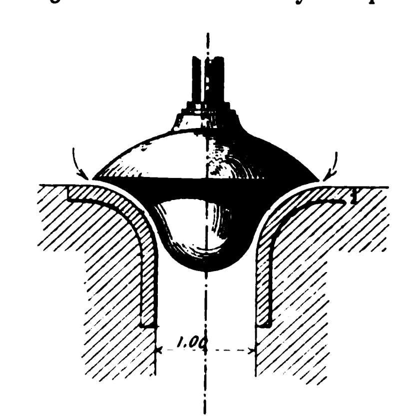


FIG. 5. — Bonde de distribution.

Ouvertures à déversement du trop-plein. — Pour éviter qu'il se forme un tourbillon à l'endroit de l'ouverture de déversement, ce qui aurait pour effet de diminuer la vitesse d'écoulement de l'eau, M. Humblot a encore imaginé de placer à l'embouchure un entonnoir en métal, recouvert d'une plaque également métallique et percée d'ouvertures rectangulaires (fig. 6 et 7). L'eau se déverse alors en lames par ces ouvertures sans donner lieu à l'inconvénient signalé.

ROBINETS-VANNES. — Les conduites de départ de 1 mètre de diamètre vont se réunir, comme il a été dit plus haut, dans une chambre de raccord (fig. 9 10 et 11, pl. II), sur la grosse conduite en tôle d'acier de 1m 50 de diamètre qui se prolonge jusqu'à Paris. Les robinets-vannes destinés à séparer les conduites de 1 mètre de celle de 1m 50 étant soumis à une très grande pression d'eau, il a fallu prendre pour eux des dispositions spéciales. Comme on le voit sur la figure 8, la pression de l'eau s'exerce sur le cylindre A et l'effort nécessité sur le volant V pour l'ouverture de la vanne est faible en comparaison de celui qu'il faudrait vaincre pour une vanne ordinaire.

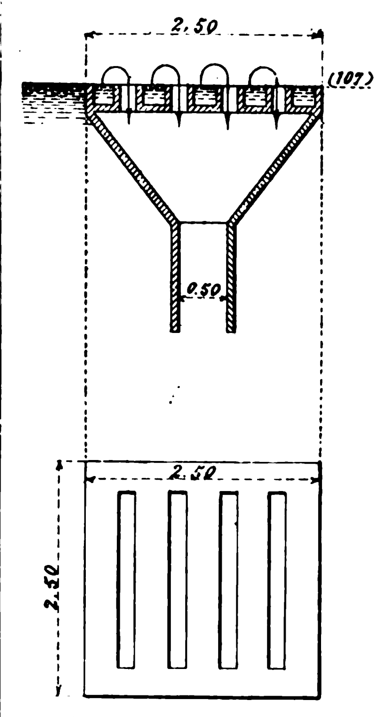


FIG. 6 et 7. — Coupe et plan d'un déversement de trop-plein.

Les matériaux nécessaires pour un cube aussi considérable de maçonnerie ont été amenés par voie ferrée. Les wagons chargés de meulière arrivaient sur une voie de garage appartenant à la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest, aux abords de la gare de Saint-Cloud. Les matériaux étaient transbordés dans les wagons de l'entreprise, placés sur un truc de plan incliné, tiré par un câble qu'actionnait une machine à vapeur. Après avoir franchi, de cette manière, la différence de niveau entre les voies du chemin de fer et le boulevard de Versailles, ils étaient formés en train et conduits, par la gravité, jusqu'au réservoir.

Pour terminer cette étude, nous nous bornerons à rappeler que l'aqueduc d'amenée des eaux présente une longueur de 105 kilomètres.

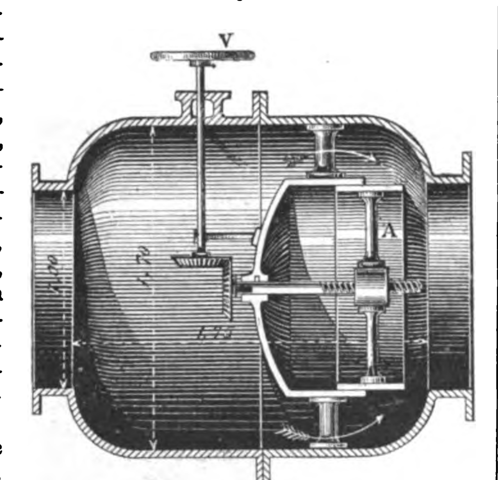


Fig. 8. — Robinet-vanne.

Il passe sur les communes de Rueil, Montigny-sur-Avre, Dampierre-sur-Avre, Saint-Lubin, Saint-Remy, Boissy, Louvilliers, Montreuil, Bu, Goussainville, puis, en Seine-et-Oise, sur les communes de Richebourg, Flexanville, Beynes, Saint-Germain de la Grange, Plaisir, Villepreux, Saint-Cyr, Versailles, Garches et Saint-Cloud, où se trouve situé le réservoir.

Cet aqueduc débite 900 litres à la seconde.

La conduite de 1m50 peut amener à Paris, pendant les grandes journées de chaleur d'été, jusqu'à 1 800 litres, soit le double, en prenant 900 litres sur l'arrivée directe et 900 autres sur la réserve accumulée dans les différents compartiments. Ce débit correspond évidemment au maximum de consommation.

Les travaux de terrassements et maçonneries ont fait l'objet de 7 lots d'entreprises montant à . . . . Fr.	11.841.000
La fourniture des appareils et les travaux de fontainerie ont fait l'objet de 2 lots, l'un de	1.240.000
et l'autre de	300.000
Soit un total de. . . . . Fr.	13.381.000

Les travaux ont été conduits par M. Renaud, Ingénieur ordinaire, et M. Bienvenue, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, avec le concours de M. Martain-Coulomb, conducteur municipal, et sous la direction de M. Humblot, Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

L. Arraou,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

CHEMINS DE FER

NOTE SUR UN NOUVEAU LEVIER DE MANŒUVRE

pour changement de voie, employé sur le réseau belge.

Les progrès réalisés dans ces dernières années par l'industrie des chemins de fer sont considérables; tout ce qui touche à la sécurité de la marche des trains a été principalement l'objet des préoccupations constantes des Compagnies. C'est ainsi que nous avons vu successivement adopter : le block-system, les différents appareils d'enclenchement, l'unification du langage des signaux, les freins à grande puissance, etc. Mais le développement prodigieux de la circulation, les besoins sans cesse provoqués par des nécessités nouvelles, imposent l'obligation de chercher à réaliser chaque jour de nouveaux progrès.

Dans cet ordre d'idées, nous nous proposons de signaler le nouveau levier de manœuvre pour changement de voie, appliqué en Belgique.

Cet appareil très simple, après avoir été expérimenté pendant plusieurs années, vient d'être définitivement adopté, à l'exclusion de tout autre, par l'administration des Chemins de fer de l'État belge.

Le problème qu'on a voulu résoudre est le suivant : Assurer d'une manière rationnelle et complète la position des aiguilles d'un changement de voie non dépendant d'un appareil de concentration, lorsque ce changement de voie est pris en pointe dans sa position anormale.

On ne peut songer à résoudre la question en ayant recours à des installations de concentration telles que cabines Saxby et autres, car ces appareils très coûteux ne trouvent place que dans les grandes gares où les besoins s'en font largement sentir. En somme, dans les pays où l'outillage est le plus perfectionné, on ne rencontre au maximum que 25 % de changements de voie dépendant d'appareils de concentration.

Il y a donc lieu d'avoir recours au simple levier de manœuvre pour le reste.

Or, si on examine les divers types de ces appareils actuellement en usage, on reconnaîtra facilement qu'ils présentent tous l'un des deux inconvénients suivants :

1° Ou bien, pour mettre et maintenir le changement de voie en position anormale, l'ouvrier est obligé de faire deux efforts dans le même sens : le premier, consistant à maintenir le contrepoids du levier dans sa position supérieure et, le second, à presser l'aiguille du changement de voie contre le rail. Ce double effort est très laborieux et très dur pour l'ouvrier et, de plus, lorsque des passages de trains ou rames de wagons sont longs et lents, l'ouvrier lâche inconsciemment le levier, produit un entre-bâillement de l'aiguille du changement de voie et si, dans ce moment, une roue passe, il y a inévitablement déraillement;

2° Ou bien, pour modifier la direction du changement de voie, l'ouvrier n'est pas obligé de faire les deux efforts dont il vient d'être question, ces deux efforts étant faits par le contrepoids du levier qu'on place dans une position convenable à cet effet. Alors l'inconvénient est bien plus grand encore et consiste en ce que l'ouvrier oublie, quand le passage du train est effectué, de remettre le changement de voie dans sa position première habituelle. Si, quand l'appareil est ainsi placé, un train (express ou autre) passe sur le changement de voie, il est dévoyé et peut occasionner des catastrophes ainsi que cela s'est fréquemment produit.

Les déraillements qui ont pour cause le défaut provenant du premier inconvénient ci-dessus, produisent de graves dégâts de matériel, des encombrements de voies et souvent des accidents sérieux au personnel de service. Quant aux dévoiements provoqués par le défaut de remise en position normale, ils ont parfois des conséquences terribles, notamment lorsque des trains en marche rapide sont lancés sur des voies d'évitement ou dans des directions fausses.

On peut, pour se faire une idée du danger d'accident qui résulte des imperfections de l'appareil actuel, considérer que, sur ses 3 250 kilomètres de voies, l'État belge emploie environ 9 500 appareils et que ceux-ci sont manœuvrés en moyenne cinq fois par 24 heures, ce qui donne, par jour, 50 000 opérations confiées au personnel inférieur de la voie.

On a remédié aux inconvénients que nous venons de signaler, en ayant recours à un levier de manœuvre ordinaire (fig. 2) et en inclinant simplement l'axe de rotation du contrepoids sur l'axe du levier (fig. 1).

Toute l'invention réside dans ce principe si simple et si facilement réalisable.

En effet, en inclinant ces deux axes l'un par rapport à l'autre, on fait occuper au contrepoids, placé en position anormale, une situation surélevée qu'il suffit de maintenir sans effort (fig. 1, tracé pointillé) et on évite ainsi chacun des deux inconvénients indiqués plus haut et afférents à tous les leviers de manœuvre employés jusqu'ici. Le contrepoids étant tourné assure ainsi la bonne position de l'aiguille et presse celle-ci contre le rail sans nécessiter aucun effort, tandis que le retour automatique du contrepoids, qu'assure sa position surélevée, provoque la remise du changement de voie en position normale.

Il est intéressant de constater que les dispositions adoptées permettent d'obtenir la solution d'un autre problème qui pourrait être appelé le corollaire du problème principal et qui peut être libellé de la manière suivante :

« Lors de la manœuvre des leviers de changement de voie, non dépendant d'un appareil de concentration, supprimer les efforts laborieux à faire par l'ouvrier, pour placer le changement de voie en position anormale en pressant l'aiguille contre le rail, afin d'éviter ainsi toute cause d'entre-bâillement des aiguilles et de supprimer cette cause de déraillement. »

La solution de ce problème est au moins aussi importante que celle du problème principal.

Nous insistons particulièrement sur ce point, parce que les avantages produits sont réels, tant au point de vue des facilités qui en résultent pour les agents préposés à la manœuvre des changements de voie, qu'en ce qui concerne la sécurité pour l'exploitation.

Description de l'appareil de manœuvre. — L'appareil de manœuvre pour changement de voie se compose d'un levier A monté sur un axe B, lequel est logé et fixé au moyen d'une goupille dans un support C disposé de manière à supporter l'axe B à ses deux extrémités et à l'empêcher de travailler à faux.

Le levier A présente, sur sa plus longue branche, deux mâchoires D percées chacune de deux orifices qui permettent de loger un axe E, soit dans une position inclinée par rapport à l'axe du levier A, ainsi que le représente la figure 1, soit dans une position parallèle à l'axe du levier A, ainsi que le représente la figure 2.

L'axe E est fixé entre les deux mâchoires D à sa partie inférieure au moyen d'un écrou F retenu par une goupille et porte, à sa partie supérieure, une poignée G destinée à faciliter la manœuvre de l'appareil.

L'axe E porte une fourche H terminée par une poignée spéciale I; sur cette fourche est monté un contrepoids J.

Le contrepoids J est formé de deux disques s'adaptant l'un contre l'autre et réunis au moyen de deux boulons K ; les deux disques formant le contrepoids J et réunis par les deux boulons K présentent, à

l'intérieur, un creux dans lequel on peut verser par l'ouverture L, fermée au moyen d'un simple bouton, de la grenaille de plomb destinée à régler le contrepoids J.

Ainsi que l'indique la légende du plan, le contrepoids J est réglé au montage au moyen de grenaille de plomb à introduire dans sa partie creuse par l'ouverture L, de façon à assurer convenablement la pression de l'aiguille du changement de voie contre le rail dans les deux positions du changement de voie.

Les deux faces extérieures de ce contrepoids J peuvent être peintes par moitié en rouge et moitié en blanc, comme le montrent les figures 1 et 2; elles peuvent ainsi servir d'indicateur de position du changement de voie pour les machinistes ou les agents des trains.

La fourche H (voir figure 1 et section AB de cette figure) présente, à l'une de ses branches, un taquet M destiné, lors de la rotation du contrepoids J autour de son axe E, à arrêter le mouvement en butant contre la face N du levier A et à empêcher, ainsi, que ce contrepoids ne puisse parcourir un demi-tour entier et atteindre le point mort: de cette manière, comme on le verra plus loin à propos du fonctionnement de l'appareil, le contrepoids J, lorsqu'il se trouve dans sa position retournée (voir fig. 1, tracé pointillé), retombe par l'effet de son propre poids, dès qu'il n'est plus maintenu, pour faire reprendre à l'appareil et au changement de voie qu'il manœuvre leur position primitive.

Ainsi que l'indique la légende du plan, la saillie du taquet M est réglée au montage de façon: 1° que le contrepoids J redescende seul dans sa position inférieure quand l'agent, qui a manœuvré l'appareil abandonne le contrepoids; 2° que l'effort à faire pour maintenir celui-ci dans sa position supérieure soit aussi faible que possible; nière que la branche de la fourche H, qui porte le taquet M, soit vers le bas.

Voici comment on opère pour la manœuvre:

1° Si le changement de voie doit être placé dans sa position normale, on laisse l'appareil comme il est indiqué en traits pleins à la figure 1. Alors le contrepoids J, par l'intermédiaire du levier A et de la tringle de manœuvre P, presse l'aiguille du changement de voie contre le rail, et la position du changement de voie est assurée.

2° Si le changement de voie doit être placé dans sa position anormale, l'ouvrier se place devant l'appareil comme on le voit indiqué sur la figure 1, il saisit de la main droite la poignée spéciale I, en se maintenant de la main gauche à la poignée G, il attire le contrepoids J vers lui en lui faisant parcourir une demi-circonférence dans un plan incliné, jusqu'à ce que le mouvement soit arrêté par le taquet M qui vient buter contre la face N du levier A; lorsque l'ouvrier est arrêté dans ce mouvement, il maintient le contrepoids dans cette position.

Pendant ce mouvement de rotation du contrepoids J, le levier A bascule et place le changement de voie dans la position voulue, c'est-à-dire dans la position anormale.

L'ouvrier maintient ainsi l'appareil aussi longtemps que le changement de voie doit se trouver en position anormale.

Dès que le changement de voie peut être remis en position normale, il abandonne l'appareil.

L'abandon de l'appareil a pour conséquence de rendre le contrepoids J libre, dans sa position relevée, indiquée en pointillés sur la figure 1. Or, ce contrepoids J n'ayant pu parcourir un demi-tour

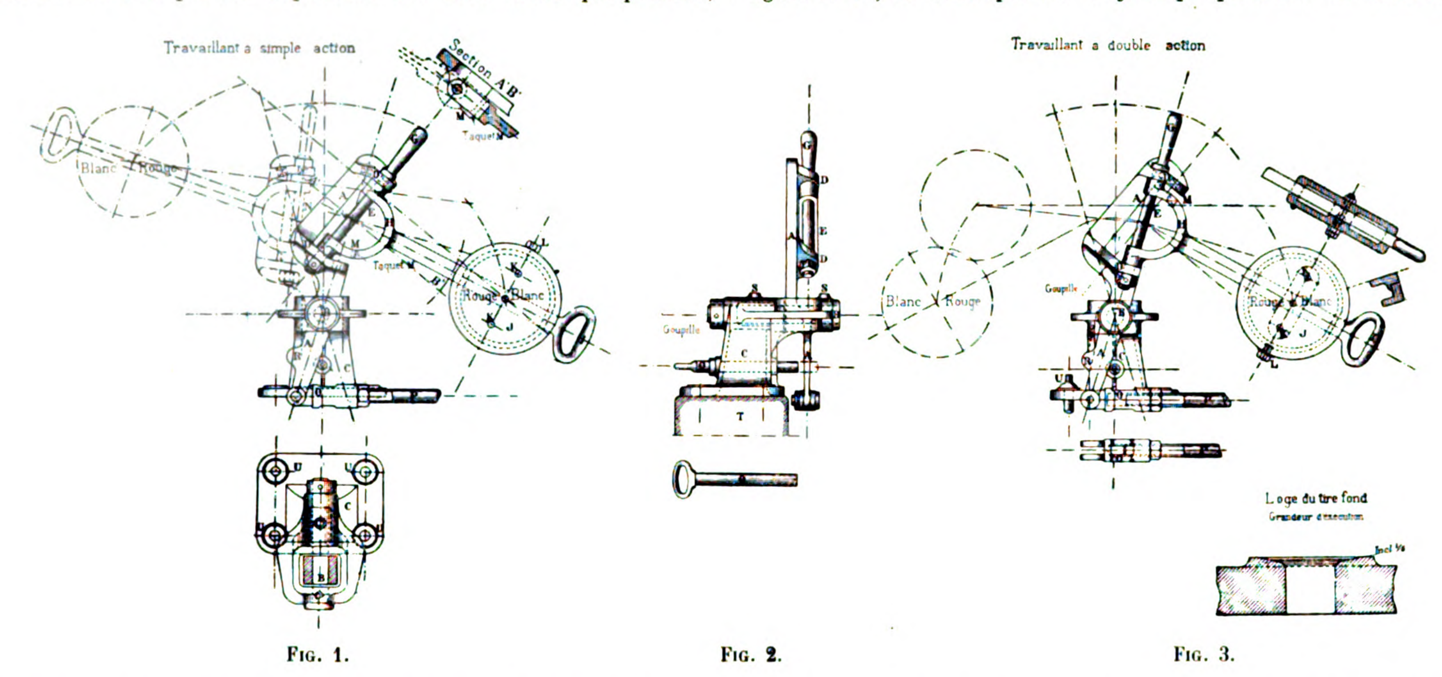


FIG. 1. FIG. 2. FIG. 3.

3° enfin que sa surface extérieure vienne s'appliquer à plat contre la face N du levier A.

Le petit bras du levier A est relié par la fourche O à la tringle de manœuvre P du changement de voie.

Une broche Q est disposée dans la partie inférieure du support G; elle a pour but de caler l'appareil lorsque cela est jugé nécessaire. Ce calage s'obtient en poussant la broche Q à fond, de manière qu'elle vienne se présenter devant le petit bras du levier A et empêche tout mouvement de celui-ci.

Toutefois, en vue d'empêcher que le calage de l'appareil, au moyen de la broche Q, se fasse lorsque l'appareil est dans sa position anormale, le petit bras du levier A porte un ergot R qui vient se présenter devant la broche Q, lorsque l'appareil occupe sa position anormale et empêche ainsi tout mouvement de la broche et conséquemment tout calage.

Enfin, le support C, qui est muni de deux godets graisseurs S, est fixé à la pièce de bois T, sur laquelle l'on place l'appareil au moyen des quatre tire-fond U.

Fonctionnement de l'appareil. — L'appareil peut être appelé à fonctionner de deux manières différentes:

1° A simple action, lorsqu'il faut que le changement de voie soit régulièrement dans une position déterminée appelée position normale;

2° A double action, lorsque le changement de voie peut se trouver indifféremment dans l'une ou dans l'autre de ses deux positions.

Fonctionnement à simple action. — Lorsque l'appareil doit travailler à simple action, on dispose l'axe E dans la position indiquée à la figure 1, c'est-à-dire d'une manière inclinée par rapport à l'axe du levier A et l'on place la fourche H avec son contrepoids J de ma-

entier et atteindre le point mort, par suite du contact du taquet M avec la face N du levier A, il en résulte qu'il est légèrement incliné par rapport au plan vertical de l'appareil (fig. 1, section AB), et que son poids tend à lui faire occuper une position inférieure; il quitte donc la position élevée dans laquelle l'ouvrier l'avait maintenu, pour revenir à sa position inférieure, indiquée en traits pleins sur la figure 1, qu'il reprend définitivement après quelques oscillations. Pendant ce mouvement, le levier est entraîné, de la position marquée en pointillés sur la figure 1, à la position indiquée en traits pleins à la même figure, et le changement de voie est remis en position normale.

De la sorte, l'aiguille du changement de voie en position anormale sera parfaitement appliquée contre le rail et pressée contre celui-ci, par l'effet du contrepoids J, sans que l'ouvrier chargé de la manœuvre de l'appareil ait le moindre effort à faire tendant à assurer cette position de l'aiguille.

On a ainsi résolu le problème posé tout d'abord et consistant à « assurer d'une manière rationnelle et complète la position des aiguilles d'un changement de voie non dépendant d'un appareil de concentration, lorsque ce changement de voie est pris en pointe dans sa position anormale ».

On a également résolu le problème corollaire du problème principal qui a été libellé de la manière suivante:

« Lors de la manœuvre des leviers de changement de voie, non dépendant d'un appareil de concentration, supprimer les efforts laborieux à faire par l'ouvrier pour placer le changement de voie en position anormale en pressant l'aiguille contre le rail, afin d'éviter ainsi toute cause d'entre-bâillement des aiguilles et les déraillements qui en résultent, dont les conséquences sont toujours onéreuses et souvent terribles. »

En effet, ainsi qu'on a pu s'en convaincre, l'ouvrier, après avoir fait tourner le contrepoids, n'a qu'à le maintenir dans sa position élevée, ce qui ne nécessite aucun effort; il peut facilement réaliser le maintien de cette position de l'appareil, soit en se plaçant ou s'appuyant contre le contrepoids J, soit en le maintenant de la main.

Fonctionnement à double action. — Lorsque l'appareil doit travailler à double action, on dispose l'axe E dans la position indiquée sur la figure 2, c'est-à-dire d'une manière parallèle à l'axe du levier A, et l'on place la fourche H avec son contrepoids J de manière que la branche de la fourche H, qui porte le taquet M, soit vers le haut.

Voici comment on opère pour la manœuvre :

1° Si le changement de voie doit être placé dans sa position normale, on laisse l'appareil comme il est indiqué en traits pleins sur la figure 2. Alors le contrepoids J, par l'intermédiaire du levier A et de la tringle de manœuvre P, presse l'aiguille du changement de voie contre le rail, et la position du changement de voie est assurée.

2° Si le changement de voie doit être placé dans sa position anormale, l'ouvrier se place devant l'appareil comme on le voit indiqué sur la figure 2; il saisit de la main droite la poignée spéciale I en se maintenant de la main gauche à la poignée G, et fait tourner le contrepoids J d'un demi-tour en l'attirant vers lui.

Pendant ce mouvement de rotation du contrepoids J, le levier A bascule et place le changement de voie dans la position voulue, c'est-à-dire dans la position anormale; le contrepoids J vient occuper une position semblable à celle qui est indiquée sur la figure 2, mais symétrique par rapport à l'axe du levier A.

Il peut dès lors être abandonné par l'ouvrier.

Le contrepoids J, par l'intermédiaire du levier A et de la tringle de manœuvre P, presse l'aiguille du changement de voie contre le rail et la position du changement de voie est assurée.

Dès que le changement de voie peut être remis en position normale, l'ouvrier, au moyen de la poignée spéciale I, remet le contrepoids dans la position de la figure 2; pendant ce mouvement, le levier A est entraîné dans la position indiquée en traits pleins sur la figure 2, et le changement de voie est remis en position normale.

En résumé, le levier de manœuvre que nous venons de décrire est basé sur une idée simple, sa construction est peu coûteuse, son emploi facile, et son fonctionnement montre qu'il réalise un progrès réel sur les appareils similaires actuellement en usage.

A. Lechat,
Ingénieur, Sous-Directeur de la Compagnie des Wagons-Lits.

CHIMIE INDUSTRIELLE

IMPURETÉS DU CARBURE DE CALCIUM COMMERCIAL

Le carbure de calcium fabriqué industriellement est susceptible de contenir quelques impuretés que l'on peut classer en deux catégories bien distinctes.

La première renferme des corps que nous ne signalerons qu'au point de vue chimique, car ils n'ont aucune action sur le gaz produit : ce sont le graphite, le borure de carbone, le siliciure de carbone ou *carborundum*, enfin des siliciures et carbures métalliques noyés dans un excès de métal et que l'on trouve dans le carbure de calcium sous la forme de petits culots métalliques.

La seconde catégorie comprend des combinaisons décomposables par l'eau et amenant, par conséquent, dans le gaz acétylène produit, des combinaisons gazeuses étrangères.

En premier lieu, nous citerons des combinaisons susceptibles de donner, en présence de l'eau, un gaz qui, à la combustion, engendre des composés oxygénés du phosphore; ensuite du sulfure d'aluminium, Al^2S^6, corps qui ne se forme qu'à une très haute température et qui, sous l'influence de l'eau, dégage de l'hydrogène sulfuré. Enfin, nous placerons dans cette classe des azotures métalliques qui, sous la simple action de l'eau, donneront de faibles quantités d'ammoniaque qu'il est facile d'arrêter en le mettant en contact avec l'eau, le gaz ammoniac étant arrêté en vertu de sa grande solubilité.

Impuretés de la première catégorie. — Cette classe n'a aucune influence sur le gaz produit, puisque les corps qui la constituent ne sont pas décomposables par l'eau, sont insolubles dans ce dernier liquide et qu'ils restent perdus dans le magma de chaux.

A propos de ces impuretés, nous pouvons faire remarquer que l'on a signalé la présence du diamant dans le carbure de calcium. On peut se demander si les auteurs n'ont pas confondu le borure de carbone avec le diamant, ce qui, d'ailleurs, s'est déjà présenté, chaque fois que l'analyse élémentaire n'a pas été faite.

Le graphite provient de l'action de la chaleur de l'arc électrique sur le charbon, ainsi que Despretz et, après lui, M. Moissan l'ont démontré.

Le borure de carbone provient de l'action de l'acide borique constituant l'agglomérant du charbon des électrodes que le commerce livre à l'industrie, sur le charbon à la haute température de l'arc.

Le siliciure de carbone, ou *carborundum*, résulte de l'action de la silice contenue dans les cendres du charbon sur le charbon lui-même : la silice peut aussi exister dans la chaux.

Les siliciures et carbures métalliques proviennent de l'union directe du charbon et du silicium avec les métaux, dont les oxydes sont contenus dans les cendres du charbon, sous l'influence de la haute température de l'arc.

Ces siliciures métalliques, qui se trouvent noyés dans le carbure de calcium, ne sont pas décomposables par l'eau, mais ils possèdent la propriété, quand on les traite par un acide en présence de l'eau, de donner naissance en particulier à de l'hydrogène silicié spontanément inflammable.

Impuretés de la seconde catégorie. — Nous trouvons, dans cette classe, des corps qui sont susceptibles de souiller le gaz acétylène.

Ces impuretés sont, d'ailleurs, en très faible quantité, et peuvent être, pour ainsi dire, supprimées complètement.

Il suffit, en effet, dans la fabrication du carbure de calcium, d'éviter tous les éléments qui sont la cause des impuretés signalées. Le carbure de calcium présenté par M. Moissan à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 5 mars 1894, ne contenait aucune des impuretés dont il est ici question, car il était préparé avec des produits purs et il donnait, par suite, avec l'eau, du gaz acétylène pur.

Nous trouvons, en première ligne, dans cette seconde catégorie d'impuretés, des corps capables de donner avec l'eau un gaz dont la combustion engendre, en petite quantité, des composés oxygénés du phosphore.

La présence du phosphore s'explique par la réduction des phosphates existant dans les cendres du charbon ou dans la chaux elle-même, mais ces corps sont en très faible quantité; d'ailleurs il suffit, pour éviter cet inconvénient, de choisir des chaux et des charbons exempts, autant que possible, de phosphates.

Nous avons signalé la présence du sulfure d'aluminium, de formule chimique Al^2S^6. A notre avis, c'est à ce corps qu'est due la présence de l'hydrogène sulfuré dans l'acétylène engendré par le carbure de calcium, car il est décomposable par l'eau et on ne peut pas admettre que l'hydrogène sulfuré provienne de la décomposition des sulfures alcalino-terreux par l'eau. On sait, en effet, que ces sulfures alcalino-terreux ne dégagent de l'acide sulfhydrique qu'en présence d'un acide et, de plus, il est difficile de supposer qu'à la haute température à laquelle le carbure de calcium se forme, ces sulfures puissent exister. On pourrait plutôt croire qu'il existe là un nouveau composé tenant du calcium, du charbon et du soufre, produit qui jouirait de la même propriété que le carbure de calcium d'être décomposable par l'eau.

Restent enfin les azotures métalliques.

Il nous paraît difficile d'admettre que, dans la fabrication du carbure de calcium, l'azote de l'air puisse se combiner avec le calcium pour donner naissance à un azoture alcalino-terreux. Dans ces conditions, on pourrait plutôt s'attendre à rencontrer des cyanures, lesquels ne sont pas décomposables par l'eau. Nous serions plus portés à croire que la petite quantité d'ammoniaque que l'on rencontre surtout après la décomposition du carbure de calcium dans les appareils *à contact*, provient de l'action de la chaux sur des azotures métalliques perdus dans la masse de carbure.

En somme, les composés phosphorés et sulfurés, qui ne peuvent exister qu'en très faible quantité dans le gaz provenant de la décomposition du carbure de calcium par l'eau, ne nous paraissent pas de nature à constituer, dans la fabrication du gaz acétylène, un danger ni même un inconvénient sérieux, étant donnée la faible quantité de ces composés.

Il est, d'ailleurs, bien évident que l'industrie s'efforcera de fabriquer un produit ne contenant pas de composés susceptibles de donner naissance à ces deux impuretés.

L. Bullier,
Chimiste,
et Ch. de Perrodil,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

AUTOMOBILES

TRICYCLE AVEC MOTEUR A ESSENCE DE PÉTROLE

système de Dion et Bouton.

On a particulièrement remarqué, dans la dernière course de voitures automobiles de Paris-Marseille-Paris, dont nous avons publié le compte rendu détaillé dans le *Génie Civil* (1), l'endurance extra-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 26, p. 401.



ordinaire dont ont fait preuve les tricycles du système de Dion et Bouton. L'un de ces tricycles (le n° 13) est arrivé troisième après avoir accompli le parcours total, soit 1 711 kilomètres, en 71 heures, c'est-à-dire à une vitesse moyenne de 24 kilomètres à l'heure; encore cette vitesse aurait-elle été certainement dépassée sans les graves perturbations atmosphériques qui ont sévi pendant une grande partie du trajet et dont l'influence était naturellement beaucoup plus sensible pour ces véhicules très légers que pour les voitures automobiles ordinaires. Nous nous proposons de donner ici une description de ce motocycle.

Le tricycle de Dion et Bouton (fig. 1 et 2), a la forme du tricycle ordinaire. Il peut être actionné à l'aide de pédales par le conducteur, ou au moyen d'un moteur à pétrole, ou simultanément par les deux à la fois; les pédales ne servent qu'à mettre le moteur en marche au départ et à faciliter l'ascension des côtes.

Le bâti est celui d'un tricycle ordinaire très renforcé. Comme le centre de gravité est placé très bas et que la *voie* est très large ($0^m 92$), ces deux conditions assurent une bonne stabilité au véhicule dont le poids total, y compris le moteur, est de 75 kilogrammes.

Les différentes pièces du mécanisme sont fixées sur les tubes constituant le bâti. Le réservoir d'essence A (fig. 1 et 2), est placé sous la selle; il fait en même temps fonction de carburateur. La fourche de la roue d'avant a été spécialement étudiée, car elle doit être à l'épreuve de tous les chocs, elle est formée par quatre tubes arc-boutés constituant une véritable poutre armée. Les roues sont à rayons tangents renforcés; les jantes, qui sont à volonté en acier et en bois ou en acier seulement, sont munies de pneumatiques.

Les pédales entraînent la roue dentée et la chaîne au moyen de trois cliquets qui actionnent une couronne à encoches intérieures faisant office de roue à rochet; elles n'agissent donc que dans le mouvement en avant et, dès que le moteur produit un mouvement plus rapide que celui obtenu par les jambes, elles se débrayent automatiquement. Ces pédales ne peuvent être actionnées de nouveau que si le moteur ralentit pour une raison quelconque.

Passons maintenant en revue les différents organes du tricycle en étudiant leur fonctionnement.

Carburateur. — Nous avons déjà vu que c'est le réservoir d'essence de pétrole A qui fait fonction de carburateur dans cette caisse métallique (fig. 1, 2 et 3); l'air extérieur destiné à être mélangé à l'essence pénètre par une cheminée I pouvant coulisser dans un manchon, ce qui permet de la lever plus ou moins. Cette cheminée se termine par une plaque de laiton L ayant une forme semblable à la section du carburateur; elle vient donc former une sorte de toit au-dessus de la surface de l'essence : l'air s'épand sous cette plaque, se carbure au contact du liquide et remonte chargé de vapeur le long des parois.

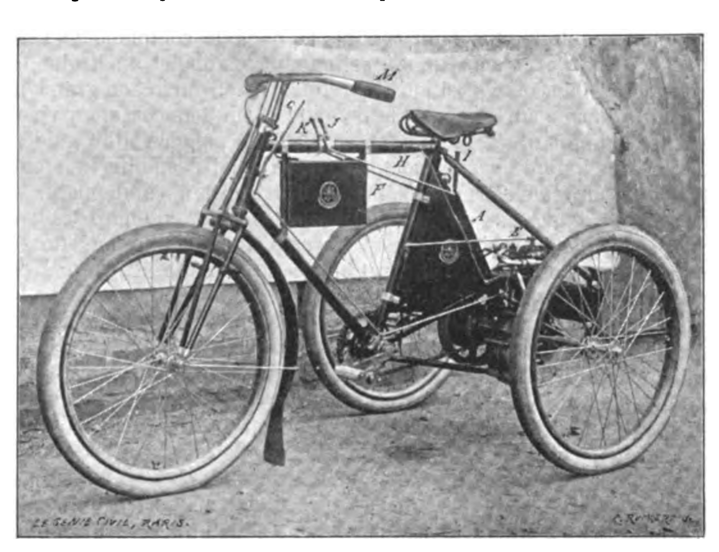


Fig. 1. — Vue de côté du tricycle de Dion et Bouton.

A la partie supérieure du carburateur se trouvent deux robinets A et B montés dans le même boisseau portant trois ouvertures *a*, *b* et *c*. Le robinet A est constitué par deux cylindres concentriques, le plus petit tournant dans le plus grand. Le cylindre extérieur fixe permet de communiquer, grâce aux ouvertures *a* et *b*, soit avec l'air extérieur, soit avec l'intérieur du carburateur. Le cylindre intérieur porte une seule ouverture en forme de losange qui peut venir en regard de l'ouverture *a* ou *b* seulement, ou des deux simultanément. On a donc ainsi admission, dans le robinet A, d'air extérieur seulement, ou de vapeur d'essence, ou des deux à la fois, et cela dans des proportions variables avec la position du cylindre mobile. Ce réglage a pour but de mélanger la vapeur d'essence avec l'air dans les proportions exactement nécessaires pour obtenir un bon mélange explosible.

Le mélange ainsi formé entre dans le robinet de gauche B par le fond des cylindres qui est ouvert, et il est envoyé, par l'orifice *c*, dans un tube qui traverse le carburateur et va aboutir au cylindre du moteur.

Le robinet A est manœuvré par une manette K' et le robinet B par une manette J (fig. 4 et 5); ces manettes sont fixées au tube supérieur

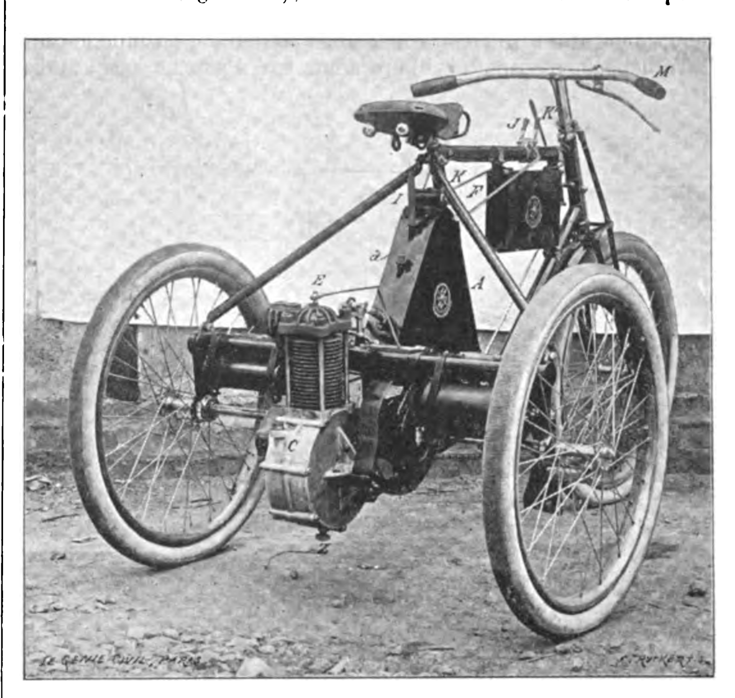


Fig. 2. — Vue d'arrière du tricycle de Dion et Bouton.

du cadre, à portée de la main. Lorsque la manette K' est poussée complètement en arrière, vers le conducteur, il passe seulement de l'air dans le robinet A; si, au contraire, elle est complètement en avant, il ne passe que de la vapeur d'essence; dans les positions intermédiaires, c'est un mélange d'air et d'essence qui traverse A. Lorsque

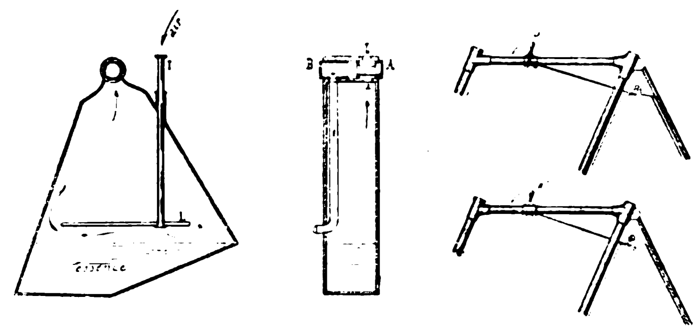


Fig. 3, 4 et 5. — Détail du réservoir-carburateur; commande des robinets.

la manette J est poussée en avant vers le guidon, l'orifice C se trouve entièrement ouvert et il y a pleine admission au cylindre; la mise en arrière de C ferme, au contraire, l'admission et, par conséquent, commande l'arrêt du moteur.

Moteur. — Le moteur est à quatre temps. Le cylindre est formé d'un tube en fonte, fermé à une de ses extrémités et garni à l'intérieur de nombreuses ailettes transversales à fortes saillies. Le courant d'air produit par la marche de l'appareil, venant frapper ces ailettes, suffit au refroidissement du cylindre pendant la marche du moteur.

L'admission et l'échappement des gaz se font par deux soupapes (fig. 7), qui sont montées dans une même boîte placée à la partie supérieure et sur le côté du cylindre; au-dessus de chacunes d'elles une ouverture fermée par un bouchon à vis A, avec joint en cuivre et amiante, permet de vérifier facilement l'état de la soupape et de son siège. La soupape d'admission est simplement appliquée sur son siège par un ressort à boudin.

Quant à la soupape d'échappement, elle est commandée mécaniquement par une came calée sur un axe recevant son mouvement de l'arbre moteur au moyen d'engrenages, de telle façon que cet axe tourne la moitié moins vite que l'arbre; la soupape d'échappement n'est donc soulevée qu'une fois pour quatre courses du piston. Dans le premier temps de la marche du moteur, c'est-à-dire lorsque le piston est porté en avant, soit par les pédales, soit par la vitesse précédemment acquise, il fait le vide derrière lui; la soupape d'admission se soulève alors et laisse pénétrer le mélange explosif qui vient remplir le cylindre. Dans le second temps de la marche, la soupape d'admission se ferme d'elle-même sous l'action du ressort qui tend à l'ap-

pliquer sur son siège et les gaz admis sont comprimés par le retour en arrière du piston. Puis, dans le troisième temps, les gaz ainsi comprimés sont enflammés par une étincelle électrique, l'explosion se produit et le piston est chassé en avant. Enfin, dans le quatrième temps, le piston revient en arrière et, la soupape d'échappement se trouvant ouverte automatiquement, les gaz sont expulsés à l'extérieur.

Pour atténuer le bruit sec et désagréable que produit en général l'échappement des gaz dans les moteurs à pétrole, on termine le conduit d'échappement par un cylindre creux fixé à gauche sous le tube

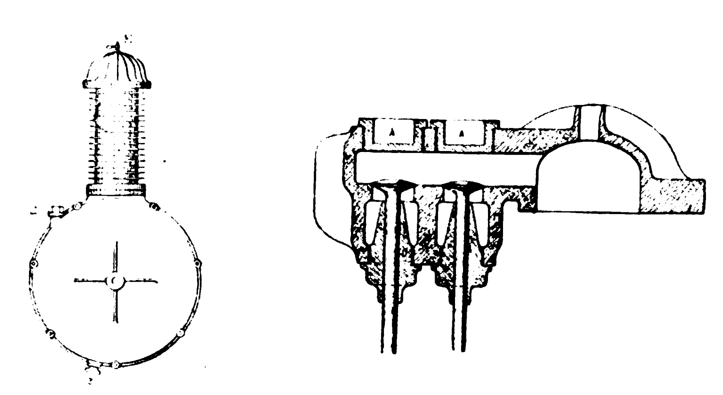


Fig. 6 et 7. — Vue du moteur et détail des soupapes d'admission et d'échappement.

qui porte le moteur; ce cylindre est vide, les gaz s'y détendent et en sortent presque sans bruit par trois petits trous percés à la partie inférieure.

L'évaporation de l'essence dans le réservoir-carburateur produisant un certain froid, il serait à craindre, en hiver surtout, que cet abaissement de température empêchât l'évaporation régulière de l'essence; pour éviter cet inconvénient, les constructeurs ont eu l'idée de prendre, sur le conduit d'échappement, une partie des gaz brûlés, et de les faire passer dans un serpentin à l'intérieur du carburateur, de façon à combattre l'action du froid.

Le piston met en mouvement une bielle qui agit sur l'arbre moteur coudé qui porte deux volants. L'arbre et les volants tournent dans un réservoir C (fig. 1, 2, 6), pour que la tête de bielle vienne y tremper à chaque tour. L'arbre moteur porte, à sa sortie du réservoir, un pignon qui engrène avec une roue dentée calée sur l'axe des roues d'arrière du tricycle. Ce second axe porte, en outre, le mouvement différentiel qui permet aux deux roues du véhicule de tourner à des vitesses différentes lorsqu'on décrit une courbe; enfin, ce même axe porte encore un pignon actionné par les pédales au moyen d'une chaîne de Galle.

Les engrenages sont étudiés de telle façon que, pour une vitesse de rotation du moteur de 1 400 tours par minute, la vitesse de translation du tricycle soit, environ, de 20 kilomètres à l'heure.

Allumage. — L'explosion du mélange gazeux est déterminée par une étincelle électrique produite par une bobine d'induction fixée, à droite, sous le tube des roues arrière du véhicule; le courant est fourni à la bobine par deux accumulateurs renfermés dans une boîte et pesant ensemble 4 kilogr. Le commutateur est placé dans la poignée gauche M (fig. 10) du guidon. Afin d'éviter les ratés qui se pro-

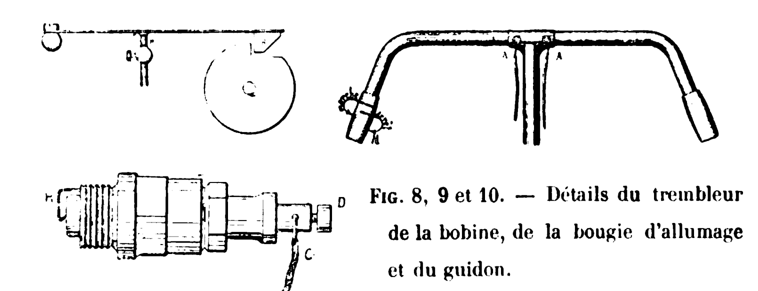


Fig. 8, 9 et 10. — Détails du trembleur de la bobine, de la bougie d'allumage et du guidon.

duisent fréquemment dans les bobines, dont le trembleur (fig. 8) est actionné par la bobine elle-même, on a placé ici ce trembleur, à l'extrémité du petit axe qui porte la came de commande de la soupape d'échappement; une seconde came, calée sur cet axe, soulève le trembleur, établit le contact pendant un temps très court et seulement toutes les deux révolutions de l'arbre du moteur. Cette disposition offre, en outre, l'avantage de permettre, lorsque le moteur tourne vite, de donner de l'avance à l'allumage; pour cela, la came peut être déplacée sur son axe au moyen d'une manette H placée sous la selle, de façon à produire l'étincelle à un moment quelconque de la course du piston.

Un fil conducteur, partant de la bobine, aboutit dans la chambre d'explosion; il y pénètre par l'intérieur (fig. 9) d'une bougie d'allumage, en porcelaine, vissée dans la paroi, et le joint est fait au moyen d'amiante placé dans un collet en cuivre embouti. Ce fil se termine, dans la chambre d'explosion, par un fil en platine recourbé; un autre fil en platine, distant du premier d'environ 1 millimètre, est en communication avec la paroi métallique du moteur, et l'étincelle jaillit entre les extrémités des deux fils.

Mise en route et conduite. — On doit, tout d'abord, remplir le réservoir-carburateur d'essence par la tubulure, de façon que le liquide affleure presque l'extrémité de la tubulure. Jusqu'à ce niveau, le carburateur contient environ quatre litres et, avec cet approvisionnement, on peut faire de 70 à 100 kilomètres, selon l'état du terrain et le profil de la route parcourue. Après avoir versé l'essence, on élève la cheminée I, de façon que son extrémité supérieure dépasse de 1 à 2 centimètres l'extrémité de la tige du flotteur qui passe dans cette cheminée; cette manœuvre a pour but de régler, suivant le niveau de l'essence, la position de la plaque de laiton. Si la route est très cahoteuse, il est préférable, afin d'éviter les ratés, de lever un peu plus la cheminée. Par suite de son évaporation, l'essence s'alourdit en s'appauvrissant en produits volatils; aussi est-il nécessaire de vider, de temps en temps, complètement le carburateur avant de le remplir à nouveau.

Les accumulateurs peuvent alimenter la bobine pendant, environ, 150 heures de marche continue, ce qui permet de faire, environ, 3 000 kilomètres, en admettant une allure moyenne de 20 kilomètres à l'heure. Ces accumulateurs doivent, au départ, être chargés à environ 4 volts 8; il est nécessaire de les recharger lorsque cette tension est descendue à 3 volts 6.

Le véhicule est muni de deux freins : un frein à cuiller, analogue à celui que l'on trouve sur toutes les bicyclettes, et un frein à lame très puissant, qui agit sur l'axe des roues d'arrière et est actionné par un levier placé à gauche du tube à douille de la direction. Il faut vérifier souvent le réglage de ce second frein, dont la tension est réglée par une douille à vis, et éviter que la poulie de frein soit atteinte par l'huile de graissage. Si ce dernier cas se produit, on y remédie facilement en saupoudrant la poulie avec de la résine en poudre.

Pour la mise en route, on doit commencer par ouvrir le robinet E placé sur le fond des cylindres et qui met l'intérieur de ce cylindre en communication avec l'atmosphère, de façon à éviter la compression qui, au départ, rendrait très pénible le mouvement des pédales; puis, on remonte le plus haut possible la manette commandant l'allumage. On place la manette K', actionnant le robinet de droite du carburateur, dans une position moyenne, et on ouvre en grand le robinet de gauche au moyen de la manette J. On démarre alors vivement, en actionnant les pédales, et on tourne la poignée M du guidon dans le sens indiqué par le mot *marche*, de façon à établir la circulation du courant électrique d'allumage. Il doit, à ce moment, se produire des explosions dans le cylindre, et on doit entendre les gaz brûlés sortir par le robinet E resté ouvert; si ces explosions ne se produisent pas, on modifie la position de la manette K' jusqu'à ce que l'on ait obtenu le résultat cherché. A ce moment, on ferme le robinet E, puis on règle l'admission au moyen de la manette J. On règle également, par tâtonnements, la position de la manette H, de façon à obtenir l'allumage au moment le plus favorable, l'avance à l'allumage devant être d'autant plus grande que la vitesse de rotation est elle-même plus grande. Ce réglage parfait ne s'obtient guère qu'après quelques centaines de mètres, lorsque le moteur est échauffé.

Au moment d'aborder une côte, on pousse en avant la manette J afin d'augmenter la quantité de gaz envoyée au moteur, et on règle la carburation au moyen de la manette K', et l'allumage au moyen de la manette H; si le moteur vient à ralentir, on aide son action en pédalant vivement. Avec un peu d'habitude, on parvient à gravir des rampes de 10 à 15 °/₀, selon leur longueur et l'état de la route.

Pour arrêter le tricycle, on interrompt d'abord l'allumage en tournant la poignée M dans le sens de l'*arrêt;* puis on agit soit sur le frein à lames, soit sur le frein ordinaire, ou simultanément sur les deux en même temps. Si on désire arrêter le moteur dans une descente, il suffit de fermer le robinet B au moyen de la manette J, et d'interrompre en même temps le courant électrique au moyen de la poignée M; si l'arrêt n'a pas été complet, on remet le moteur en marche au moyen d'une manœuvre inverse.

Comme on le voit par cette description succincte, ce nouveau tricycle automobile se fait remarquer par sa légèreté et la facilité de sa manœuvre, ainsi que par la simplicité et la robustesse de ses organes, ce qui justifie pleinement les résultats qu'il a fournis, comme vitesse et comme endurance, dans la course Paris-Marseille-Paris que nous rappelions plus haut.

Ch. Dantin.



CONSTRUCTION DES MACHINES

NOUVEAU MOTEUR A VAPEUR A SIMPLE EFFET
et à expansion multiple.

On a souvent cherché à modifier le type primitif des machines à vapeur du système Wolf en faisant venir de fonte d'une seule pièce les deux cylindres. La machine de l'Ingénieur Alexander était précisément établie sur ce principe : les deux cylindres étaient séparés par une cloison que traversait la tige des pistons, et celle-ci était entourée d'une garniture métallique destinée à assurer l'étanchéité; mais, au bout de peu de temps, il se produisait des fuites dans cette garniture qui laissait alors passer la vapeur à haute pression du petit cylindre dans le grand, précisément au moment où ce dernier était en communication avec l'échappement; de là une diminution dans le rendement du moteur. Cette défectuosité contribua pour beaucoup à l'abandon de ce système.

Depuis, différents constructeurs ont repris la même idée en plaçant les deux cylindres en tandem, et en laissant entre eux un espace suffisant pour y placer deux presse-étoupe destinés à assurer l'étanchéité des deux cylindres.

Nous signalerons, en particulier, un nouveau moteur, imaginé par M. Fouque et qui présente quelques particularités intéressantes. Dans ce système, le grand et le petit cylindre sont venus de fonte d'une seule pièce, et ils ne sont séparés l'un de l'autre par aucune cloison intermédiaire; cette dernière est remplacée par un fourreau qui réunit la face inférieure du petit piston à la face supérieure du grand, et qui a pour diamètre extérieur le diamètre même du petit piston. La face supérieure du grand piston est donc, en réalité, fermée par un anneau ayant pour surface la différence entre les sections du grand et du petit cylindre.

Les figures 1, 2, 3 et 4 montrent l'application de ce dispositif à une machine à quadruple expansion pour paquebot. Cette machine comporte deux corps de cylindre à doubles pistons, disposés comme nous l'avons indiqué plus haut et, entre eux, se trouve un grand cylindre dans lequel agit, en dernier lieu, la vapeur provenant des cylindres latéraux dans lesquels elle a, du reste, subi une triple expansion.

Les deux corps du cylindre F et F' fonctionnant d'une façon identique, nous étudierons le fonctionnement de l'un d'eux seulement. La vapeur vierge provenant de N pénètre par 1 dans l'espace annulaire A, elle pousse le piston en bas et, à fin de course, le tiroir I met en communication, par l'intermédiaire de C, l'échappement de la vapeur avec la boîte à vapeur supérieure; de là, par le tiroir K et l'orifice 2, cette vapeur pénètre dans le deuxième cylindre B et agit sur le petit piston qu'elle pousse à fond de course. Le tiroir K met ensuite l'échappement en communication avec le conduit D qui amène la vapeur dans la boîte inférieure, et, comme le tiroir L découvre l'orifice d'admission du grand cylindre, la vapeur passe dans ce dernier et agit sur la face inférieure du grand piston qu'elle pousse vers le haut. L'échappement se fait ensuite par VR, un tuyau conduit la vapeur par P dans le réservoir de vapeur V du grand cylindre intermédiaire qui joue le rôle de quatrième cylindre; enfin, par le tiroir Y et le conduit X la vapeur se rend au condenseur.

Cette disposition particulière du quatrième cylindre permet, au besoin, de faire fonctionner isolément chacun des corps F et F' et d'admettre, dans ce grand cylindre à double effet, de la vapeur vierge, ce qui donne la possibilité d'augmenter considérablement la puissance de la machine.

Cette machine, dont nous ne donnons que la disposition schématique des cylindres, est naturellement munie d'un changement de marche et le calage des manivelles est disposé de façon à éviter les points morts.

Si l'on considère les machines ordinaires du même système, c'est-à-dire celles composées d'un seul corps à deux cylindres tel que F ou F', on peut se rendre compte qu'elles sont susceptibles d'être employées pour les grandes vitesses : en effet, dans ces moteurs, le chemin que doit parcourir la vapeur pour agir sur les différents pistons est très court; de plus, ces derniers sont entourés d'une enveloppe de vapeur constituée par les différents réservoirs. Enfin, comme le groupement rationnel des différentes pièces permet de réduire au minimum l'encombrement et le poids de ces moteurs, leur application semble pouvoir convenir aux voitures automobiles à vapeur.

D'après les constructeurs, la consommation de vapeur à 11 kilogr. de pression serait, pour un moteur ordinaire de ce système, de 9 kilogr. par cheval-heure indiqué.

A. B.

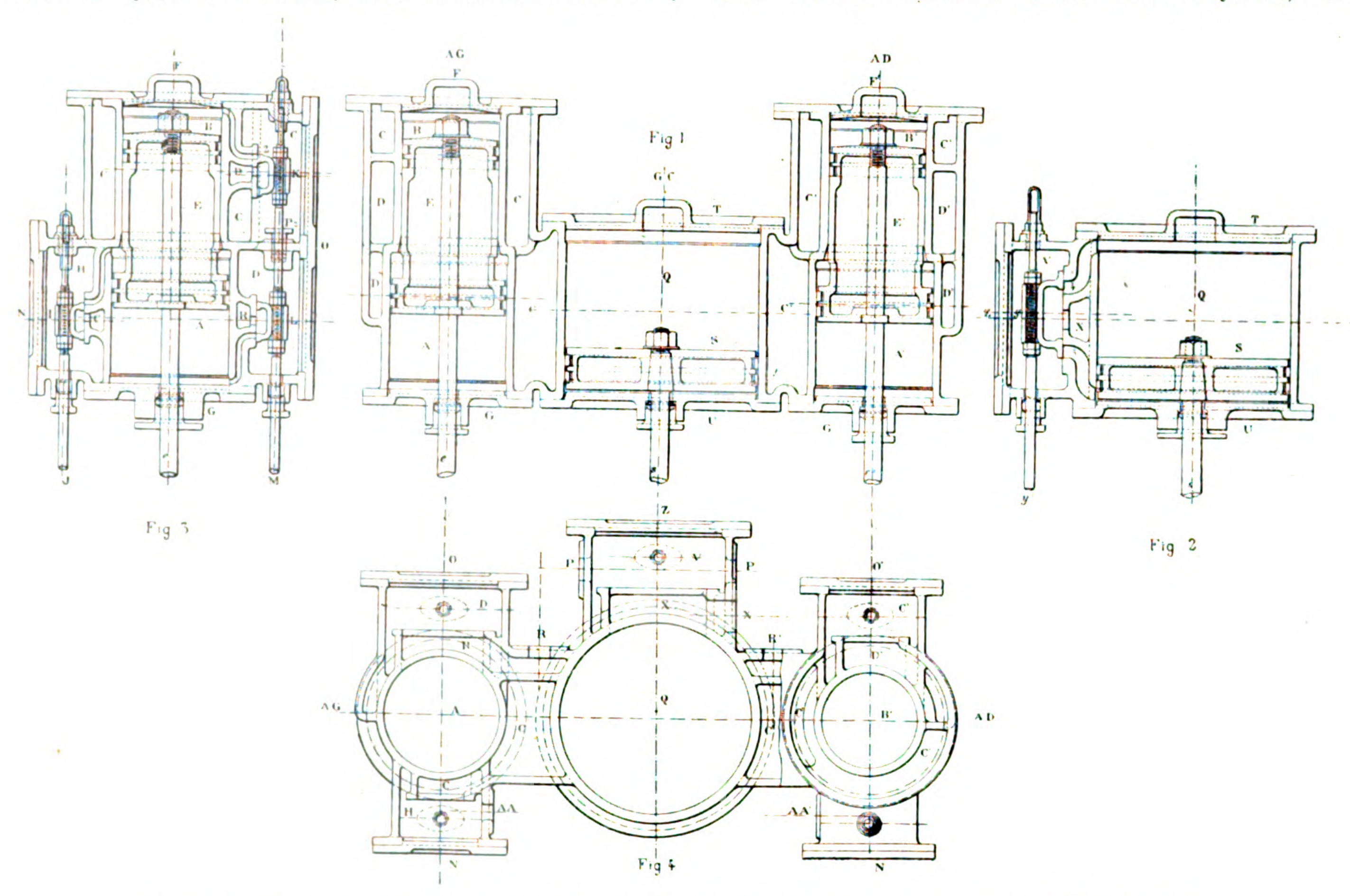


Fig. 1 à 4. — Coupes des cylindres d'une machine Fouque à quadruple expansion, montrant le dispositif de distribution.

MÉTALLURGIE

UN OUVRAGE ALLEMAND DE VULGARISATION
sur l'industrie du fer et de l'acier.

L'Association des maîtres de forges allemands de Düsseldorf vient de publier, sous le titre de *Gemeinfassliche Darstellung des Eisenhütten-*

wesens, un petit livre de 115 pages qui nous paraît mériter l'attention des Ingénieurs soucieux de savoir ce qui se dit en Allemagne. Le génie des langues française et allemande est si différent que la traduction même du titre de cet ouvrage n'est pas sans présenter quelque difficulté. On pourrait l'appeler « l'Industrie du fer mise à la portée de tous ». Comme on le voit, il s'agit d'un ouvrage de vulgarisation industrielle, mais dans lequel l'ingénieur et l'économiste trouveront plus d'un renseignement intéressant présenté sous une forme pittoresque, qui se grave facilement dans l'esprit.

L'ouvrage est divisé en deux parties principales : 1° la fabrication du fer; 2° l'importance économique de l'industrie du fer, — étant bien entendu que le mot *fer* signifie ici la fonte, le fer et l'acier.

Tous les procédés de fabrication sont passés en revue dans la première partie, en cherchant à mettre toujours en lumière les faits les plus saillants. C'est ainsi qu'à propos des minerais de fer, un tableau emprunté au naturaliste anglais Clarke, rappelle que les corps simples se trouvent répartis sur notre globe terrestre, en y comprenant l'air et l'eau, de la manière suivante :

Oxygène . . . . °/₀.	49,98	Titane . . . . . . °/₀.	0,30
Silicium	25,30	Carbone	0,21
Aluminium.	7,26	Chlore et brome . . .	0,15
Fer	5,08	Phosphore	0,09
Calcium	3,51	Manganèse	0,07
Magnésium.	2,50	Soufre	0,04
Sodium	2,28	Barium	0,03
Potassium	2,23	Azote	0,02
Hydrogène	0,94	Cadmium.	0,01

Le fer occupe donc le quatrième rang dans cette hiérarchie minéralogique et cède le pas à l'aluminium dont la concurrence commence à le menacer. On peut pourtant dire encore aujourd'hui, comme les auteurs s'en glorifient dans leur préface : « Le fer et le charbon règnent sur le monde. L'histoire du fer est l'histoire de notre développement industriel. C'est le fer qui, sur terre et sur mer, rapproche les hommes, transmet la pensée d'un bout du monde à l'autre avec la rapidité de l'éclair, file et tisse le vêtement qui nous couvre, laboure les entrailles fécondes de la terre, découpe et écrase le grain arrivé à maturité, mais fournit aussi ces armes cruelles qui détruisent si vite ce qu'un long travail a produit. »

Nous ne saurions suivre les auteurs dans toutes leurs descriptions. Un exemple montrera dans quel esprit est fait ce petit livre; au sujet de la marche des hauts fourneaux on lira :

« Pour brûler le combustible mélangé au minerai, l'air est nécessaire et même en très grande quantité. C'est ainsi qu'un haut fourneau qui produit par jour 150 tonnes de fonte avec une dépense de coke de 135 tonnes et en traitant des matières renfermant 48 °/₀ de fer, consommera 135 + 310 = 445 tonnes de matières solides, mais aussi 575 tonnes d'air, quantité qui, si elle devait être transportée par chemin de fer, exigerait deux longs trains de marchandises. »

La partie économique n'est pas moins documentée que la partie technique. Nous croyons intéressant de reproduire ici entièrement le court chapitre consacré à la question des droits de douane, où l'esprit pratique de l'industriel allemand se montre en pleine lumière :

« Le libre-échange est un beau mot pour lequel maint théoricien a livré bataille. Les gens pratiques ne s'en servent que quand ils y trouvent leur avantage. Les économistes anglais ont toujours cherché à faire passer le libre-échange comme un article de foi, sans lequel aucun homme sensé et intelligent ne peut faire son salut. Ils avaient parfaitement raison, car le libre-échange signifie la domination anglaise sur les marchés du monde entier. Tous les États qui ne veulent pas voir sombrer leur industrie naissante ont donc été conduits à la protection. C'est en 1879 que l'Allemagne a mis en vigueur ses tarifs actuels qui sont fort modérés; les États-Unis ont promulgué, en 1883, les leurs qui sont beaucoup plus élevés, mais ont été réduits en 1894. Nous donnons ci-dessous les droits des divers pays sur la fonte et sur les rails. Nous prenons les rails à cause de leur importance, tous les autres produits laminés étant grevés dans la même proportion. »

	Fonte.	Rails.
Autriche-Hongrie . . . . . marks.	11,70	45
Allemagne	10	25
Belgique	1,60	8
France	12	48
Italie	8	48
Espagne	19,20	57,60
Suède	9	libre
Russie	59,50	99,20
États-Unis	16,80	32,83

Ces prix sont indiqués en marks et par tonne de 1 000 kilogr. Il sera facile de les traduire en francs, en se souvenant que le mark vaut 1 fr. 25.

L'ouvrage se termine par un examen rapide de la production du fer et de l'acier dans toutes les parties du monde. C'est un sujet que nous avons abordé ici même (1), il y a quelques mois, en ce qui concerne l'Europe, et nous croyons inutile d'y revenir, du moins dès à présent. Nous préférons reproduire textuellement le dernier chapitre, parce qu'il présente — sous une forme peut-être un peu pompeuse, — des considérations que l'Ingénieur doit toujours avoir présentes à l'esprit :

« En 1876, la production annuelle de notre globe en charbon était de 286 millions de tonnes, et celle de la fonte de 14 millions et demi. En 1894, ces mêmes chiffres ont atteint respectivement 550 et 26 millions. En présence d'un accroissement aussi considérable, on peut se demander avec crainte si les richesses souterraines pourront longtemps faire face à des besoins aussi pressants. Les personnes les plus compétentes en doutent fort. C'est ainsi que William Price a fait un inventaire des divers gisements houillers de l'Angleterre et a compté que si l'extraction se maintenait sur le pied actuel, un seul siècle en verrait la fin. Ces affirmations ont été qualifiées de pessimistes, et d'autres savants ont accordé 350 années de vie aux houillères anglaises. Pourtant Sydney Lupton était, bien avant William Price, arrivé aux mêmes conclusions que lui et avait accompagné ses prévisions d'un tableau lamentable de la situation du Royaume-Uni, privé de ce qui fait aujourd'hui sa grandeur. L'histoire nous montre plus d'un État conduit à une prompte décadence par une exploitation abusive de ses richesses naturelles. La Belgique devrait peut être y songer, elle qui exporte actuellement plus de 23 °/₀ de sa production, alors que ses puits sont arrivés à une profondeur qui rend déjà l'exploitation difficile. Ne pourrait-on pas en dire autant de l'Angleterre avec son exportation de 32 millions de tonnes? L'industrie nationale aura peut-être un jour à le regretter.

» Plus que partout ailleurs la passion des gains immédiats sévit en Amérique. Les forêts de ce grand pays auraient grand besoin de ménagements sagement étudiés. L'agriculture marche toujours vers l'ouest en laissant derrière elle des champs épuisés par la production forcée du blé et du tabac. L'industrie minérale souffre aussi de cette cupidité. Les qualités inférieures de minerais et de charbon sont abandonnées et forment des haldes immenses, qui deviennent un véritable embarras. Les avertissements ne manquent pas pour demander qu'on mette fin à ce gaspillage, mais ils sont étouffés par le bruit du galop infernal de la chasse aux écus.

» La science, il faut bien le dire, travaille de son côté à réduire la consommation du combustible. Le rendement des machines à vapeur s'améliore sans cesse, les métallurgistes s'ingénient à construire des appareils économisant de plus en plus le charbon. En 1871, l'industrie sidérurgique anglaise dépensait presque un tiers de la production totale des houillères, tandis que, en 1887, par suite des progrès de l'outillage, cette consommation n'était plus que de 16 °/₀. On se berce aussi de cette espérance que notre époque, si riche en grandes inventions, trouvera un combustible nouveau et de peu de valeur, l'hydrogène, par exemple, résultant de la décomposition de la vapeur d'eau. Le savant professeur Clausius a détruit d'un seul coup ces rêveries quand il a dit : « La provision d'énergie potentielle qui existe dans » les dépôts de houille doit son existence aux rayons du soleil qui ont, » pendant une longue série de siècles, permis la naissance et le déve» loppement des plantes dont ces dépôts sont formés. Lorsque cette » provision sera épuisée, il n'y aura pas de science humaine qui puisse » la reconstituer, et l'humanité en sera réduite à utiliser le mieux » possible cette chaleur solaire affaiblie, telle que chaque jour la lui » distribuera. » L'éminent naturaliste arrive ainsi à la conclusion que l'économie s'impose dans l'emploi de nos richesses minérales, et que l'exploitation des mines devrait être réglementée ainsi que l'est l'exploitation des forêts dans les États sagement administrés.

» La consommation des minerais de fer ne suit pas une progression moins rapide que celle de la houille. Les principaux États d'Europe sont tous aujourd'hui réduits à importer des quantités plus ou moins grandes de minerais. L'Angleterre en prend 4,5 millions de tonnes hors de ses frontières, l'Allemagne 2,1, la France 0,64, la Belgique 1,74. Ce sont les mines de Bilbao qui fournissent le plus fort contingent à la demande européenne. On y a embarqué, en 1894, 4 187 536 tonnes de minerais, mais on compte que dans vingt ans, ce riche gisement sera épuisé. En prévision de cette éventualité, c'est vers la Suède que se tournent aujourd'hui les regards des métallurgistes. Cet État a exporté, en 1894, plus de 800 000 tonnes de minerais.

» Quoi qu'il arrive, un grand déplacement de l'industrie paraît probable d'ici quelques siècles. La puissance économique de l'Europe disparaîtra avec l'épuisement de son sous-sol; c'est l'Amérique du Nord qui paraît être le plus proche héritier. En tout cas, l'avenir de l'Allemagne paraît meilleur que celui de l'Angleterre, aussi bien pour le charbon que pour le minerai. »

G. B.

---

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVIII, n° 18, p. 280, et n° 19, p. 302.



INFORMATIONS

Concours pour un projet d'omnibus automobile organisé par la Compagnie générale des Omnibus de Paris.

Nous avons publié dernièrement (1) le programme du concours institué par les Magasins du Louvre pour un projet de voiture automobile; nous signalerons aujourd'hui, dans le même ordre d'idées, un autre concours intéressant que vient d'ouvrir la Compagnie générale des Omnibus, concernant l'étude d'un projet de moteur et mécanisme pour un type d'omnibus automobile à 30 places, destiné à remplacer les omnibus à traction animale. Ce concours est d'autant plus intéressant qu'il soulève la question des gros transports, tandis que, jusqu'à ce jour, la plupart des constructeurs se sont attachés principalement à l'étude des véhicules légers.

II. Nature du moteur. — Le moteur et son générateur, ou accumulateur d'énergie, pourront être quelconques, pourvu que l'omnibus en marche ne dégage ni fumée, ni vapeur, ni mauvaise odeur.

Sa marche devra être aussi silencieuse que possible.

Le mécanisme de transmission devra être, autant que possible, noyé dans un bain d'huile permanent.

III. Disposition du moteur. — Le moteur devra être de visite et d'accès faciles. Il devra être protégé de la poussière et de la boue par une enveloppe en tôle formant caisson.

IV. Longueur du parcours et durée des stationnements. — On supposera que la longueur du parcours est de 6 kilomètres et que le stationnement, à chaque terminus, est de 6 minutes.

Si l'on propose des accumulateurs d'énergie, on pourra admettre deux rechargements intermédiaires, mais dont la durée ne devra pas dépasser 3 minutes pour chacun.

V. Modifications au présent programme. — Les constructeurs sont libres

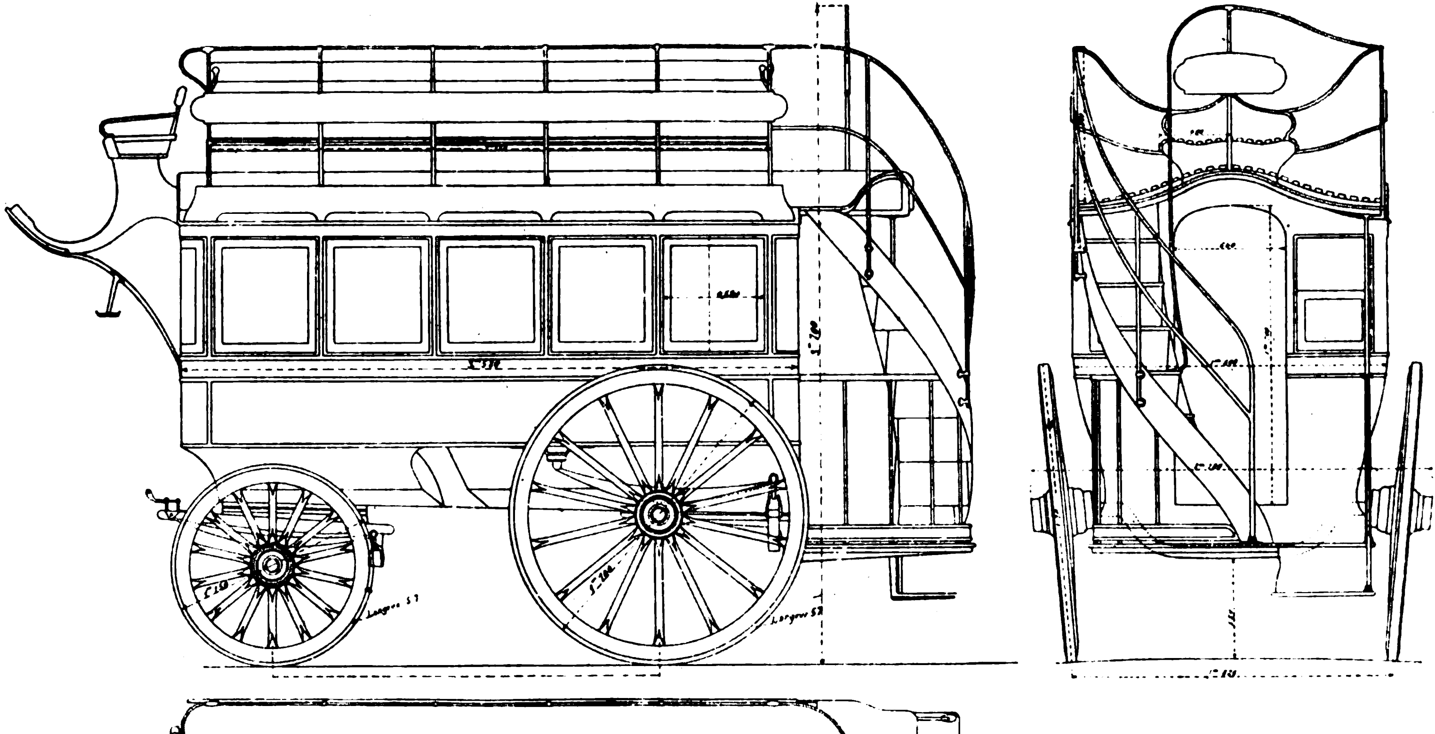


Fig. 1. — Élévations et plan de l'omnibus actuel devant servir de type pour le projet d'automobile mis au concours par la Compagnie générale des Omnibus de Paris.

Diamètre des fusées	Avant	mètres.	0,055
	Arrière	—	0,064
Diamètre des collets renforcés	Avant	—	0,060
	Arrière	—	0,068
Longueur des fusées		—	0,240
Inclinaison des fusées			(1/10)
Nombre des feuilles de ressorts	Essieu d'avant		8
	Travers d'avant		7
	Essieu d'arrière		10
	Travers d'arrière		10
Angle de braquage d'avant-train		degrés.	30
Longueur totale des voitures (sans timon ni brancards)		mètres.	5,520
Surface occupée par les voitures (sans timon ni brancards)		mètres carrés.	12,586

Longueur totale des voitures (avec timon ou brancards)		mètres.	7,540
Hauteur de la voiture, du plancher au-dessous du faîtage	A l'avant	—	1,760
	A l'arrière	—	1,8·0
Longueur de la voiture garnie (à l'intérieur)	Ceinture	—	3,450
	Parclose	—	3,380
Largeur de la voiture garnie (à l'intérieur)	Ceinture	—	1,560
	Parclose	—	1,480
Écartement entre parcloses		—	0,730
Largeur de la parclose		—	0,375
Longueur d'assise occupée par voyageur (à l'intérieur)		—	0,480
Longueur d'assise occupée par voyageur (à l'impériale)		—	0,460
Poids de la voiture vide : 1 970 kilogr. En charge		kilogr.	4 050

Nous reproduisons ci dessous, *in extenso*, le programme établi par la Compagnie générale des Omnibus :

Première partie : Moteur et mécanisme.

I. Données. — On admettra :

1° Que l'omnibus automobile pèsera, en charge complète, 6 000 kilogr. environ ;

2° Qu'il pourra devoir gravir, à la vitesse minimum de 6 kilomètres à l'heure, des rampes de 65 millimètres par mètre ;

3° Qu'il résulte des expériences dynamométriques faites par la Compagnie des Omnibus que les efforts de démarrage peuvent atteindre 120 kilogr. par tonne et que l'effort moyen de traction est d'environ 20 kilogr. par tonne. On en déduira la puissance du moteur et l'adhérence à donner aux roues motrices.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 27, p. 435.

d'apporter au présent programme toutes les modifications qu'ils jugeront utiles en les expliquant.

VI. Pièces à produire. — Les pièces à produire comprennent :

a) Le dessin du générateur et du moteur;

b) Un mémoire descriptif et justificatif;

c) Des propositions pour construire la partie mécanique proposée, indiquant les prix, délais, etc.

Les constructeurs-mécaniciens n'auront pas à s'occuper du châssis, qui fera l'objet d'une étude spéciale, conformément au programme ci-après. Il y aurait d'ailleurs intérêt à ce que les constructeurs se chargent en même temps des deux sortes d'études et les conduisent simultanément.

Deuxième partie : Châssis et accessoires.

I. Châssis. — Comme disposition générale, le châssis devra permettre l'utilisation des caisses des omnibus à 30 places actuels.

Son poids total devra être calculé de manière à ne pas dépasser 4 000 kilogr. pour l'omnibus automobile vide en cours de marche. Il se décompose, savoir :

1° La caisse des omnibus à 30 places pèse environ 1 000 kilogr. . Kg.	1 000
2° On admettra un poids de 1 500 kilogr. pour le générateur (quelconque) et le moteur.	1 500
3° Il resterait donc 1 500 kilogr. pour le châssis proprement dit . . .	1 500
Total égal. . . . . . Kg.	4 000

II. Roues. — En principe, les roues d'arrière seront motrices et les roues d'avant directrices.

Toutefois, il serait préférable de rendre les deux essieux moteurs.

En tout cas si, pour des raisons que les auteurs des projets devront expliquer, on jugeait nécessaire de rendre l'essieu d'avant moteur et l'essieu d'arrière porteur, ou si l'on jugeait utile de profiter du poids total du véhicule pour l'adhérence, ces dispositions ne devront pas nuire à la mobilité de l'avant-train et à la facilité de conduite du véhicule.

III. Direction. — Une timonerie spéciale permettra au machiniste de diriger très facilement la voiture, qui devra pouvoir tourner dans des courbes de 6 mètres.

IV. Freins. — Des freins puissants devront permettre l'arrêt de l'omnibus lancé à une vitesse de 12 kilomètres à l'heure, sur une distance de 7 mètres et sur une pente de 65 millimètres par mètre.

Chaque truck sera muni d'un frein utilisant, autant que possible, le fluide moteur et d'un frein de secours à main.

Prévoir des sablières avant et arrière pour les roues motrices et des chasse-corps fixés au moyeu des roues d'avant.

V. Plate-forme de manœuvre. — Une plate-forme à forme arrondie, suffisamment spacieuse, avec marquise abritant le machiniste, devra être ménagée à l'avant de l'omnibus.

Le volant de direction, les commandes des freins et des sablières, les appareils de mise en marche et de changement de marche y seront disposés à portée du machiniste.

VI. Tampons de choc. — La voiture sera munie de tampons de choc élastiques.

VII. Suspension. — La suspension devra être particulièrement soignée.

VIII. Modifications au présent programme. — Les constructeurs sont libres d'apporter au présent programme toutes les modifications qu'ils jugeront utiles, en les expliquant.

Pour cette première étude, ils pourront, au besoin, ne s'occuper que d'un type à 30 places (intérieur et extérieur).

IX. Pièces à produire. — Les pièces à produire comprennent :

a) Le dessin de la voiture ;

b) Un mémoire descriptif et justificatif ;

c) Des propositions pour construire la voiture en indiquant le prix, les conditions, le délai, etc.

Mesures de sécurité à prendre dans les installations électriques.

L'Association des Industriels de France contre les accidents du Travail vient de publier des *Instructions concernant les mesures de sécurité dans les installations électriques.* Il nous paraît utile de reproduire ici ces instructions qui résument bien les précautions à prendre pour éviter les accidents dus à l'emploi de l'électricité dans les ateliers.

L'Association croit devoir attirer tout particulièrement l'attention des industriels sur les points suivants :

« Il est indispensable de tenir toujours dans un parfait état de propreté les machines génératrices et réceptrices, ainsi que les tableaux et appareils de distribution du courant qui accompagnent ces machines. Cette prescription est d'autant plus essentielle que des matières étrangères, telles que huile, graisse, eau (à l'état liquide ou de vapeur), poussières et surtout poussières métalliques, etc., venant à se loger dans certaines parties de ces machines et appareils, créeraient des dérivations, courts-circuits, etc., pouvant entraîner des conséquences plus ou moins graves, soit pour les personnes, soit pour les machines elles-mêmes.

» Dans tous les cas où il sera nécessaire de toucher à une partie de l'installation, soit pour la visiter, soit pour la réparer, nous pensons qu'il est indispensable de prescrire de l'isoler du courant électrique avant tout travail, afin d'éviter les accidents de personnes dont il est question plus loin.

» Cette nécessité de couper les conducteurs d'arrivée et de retour du courant s'impose aussi toutes les fois qu'il s'agit d'éteindre un incendie dû à l'électricité ou à toute autre cause. Si, en effet, on venait à jeter de l'eau sur des conducteurs en charge ou à entourer ces conducteurs de linges mouillés (ce qui vient naturellement à l'idée quand il s'agit d'étouffer le feu), on créerait des courts-circuits qui ne feraient qu'activer l'incendie et on s'exposerait à des accidents de personnes d'autant plus graves que la tension de distribution de l'électricité serait plus élevée.

» Toutes les fois, en effet, qu'on touche simultanément un conducteur d'arrivée et un conducteur de retour du courant, il se produit une dérivation au travers du corps de la personne qui établit ce double contact; si même on ne touche qu'un seul conducteur sans être parfaitement isolé du sol, on reçoit une secousse; les conducteurs ne pouvant jamais être rigoureusement isolés, une partie du courant se dérive par la terre et le corps de celui qui touche à l'un d'eux.

» C'est pourquoi nous avons cru devoir interdire d'une façon absolue aux ouvriers non électriciens de toucher aux fils d'une canalisation, sans distinguer si la distribution se fait à haute ou basse tension, et prescrire à ceux qui sont chargés de la conduite des dynamos et de la partie électrique de l'installation de ne toucher aux appareils producteurs ou distributeurs du courant à haute tension et au conducteur parcouru par ce courant que lorsqu'ils sont assurés d'être parfaitement isolés du sol.

» Les gants en caoutchouc sont évidemment efficaces quand ils sont en bon état, mais ils ne permettent plus un isolement suffisant dès qu'ils sont troués, même imperceptiblement. Il paraît donc préférable de s'isoler du sol en chaussant des caoutchoucs auxquels il est plus facile de donner de l'épaisseur, ou, mieux encore, si cela est possible, en recouvrant tout le sol, ou au moins la partie voisine des appareils, d'un tapis isolant. Dans ce dernier cas, il est bien entendu que ce tapis devra avoir une largeur telle que l'ouvrier soit forcé de se placer sur lui pour faire les manœuvres nécessaires.

» L'interdiction absolue de laisser pénétrer dans un local renfermant un ou plusieurs transformateurs s'explique d'elle-même, ayant signalé plus haut le danger qui résulterait d'un contact avec les deux pôles d'appareil parcouru par des courants de haute tension.

» Enfin les accumulateurs sont le siège de réactions chimiques accompagnées de dégagement d'hydrogène.

» Il en résulte l'obligation de ventiler convenablement les locaux où ces appareils sont enfermés et de n'y jamais pénétrer avec une lumière à feu nu, ni d'y fumer. On pourrait déterminer l'explosion des mélanges d'hydrogène et d'air qui auraient pu se former et occasionner un accident grave ».

L'Association des Industriels de France a, en même temps, préparé une affiche destinée à être placée dans les ateliers où il existe une distribution électrique de force, d'éclairage ou mixte, de manière à indiquer aux ouvriers les précautions à prendre pour éviter les accidents dus à l'emploi de l'électricité. Voici le texte de cette affiche [1] :

Instructions concernant les installations électriques.

Article premier. — Il est expressément recommandé de ne faire sur les machines électriques en marche, sur les appareils ou conducteurs mis en communication avec la source d'électricité, aucun travail autre que les manœuvres normales. Il faut éviter même le nettoyage, à moins de nécessité.

Art. 2. — Il faut éviter d'approcher des machines électriques des objets en fer, qui peuvent être attirés dans les organes en mouvement.

Art 3. — Pour maintenir la bonne isolation de toutes les parties de l'installation, qui est nécessaire à la sécurité, il est recommandé d'écarter des machines, des conducteurs et des appareils, les poussières de toute nature, l'huile, la graisse et l'humidité.

Art. 4. — Il est formellement interdit de jeter de l'eau ou des linges mouillés sur les appareils ou conducteurs parcourus par le courant, même en cas de feu. Dans ce cas, on doit d'abord interrompre le courant.

Art. 5. — Lorsqu'un travail de manipulation ou de réparation est nécessaire, on doit séparer du réseau, de manière que le courant cesse d'y circuler, les conducteurs ou appareils sur lesquels on travaille. Le contremaître devra s'assurer, avant tout commencement de travail, que la source n'est plus en communication par aucun de ses pôles.

S'il était indispensable d'opérer sur des conducteurs ou appareils parcourus par le courant, le travail ne serait fait que par l'ouvrier spécialement chargé de l'installation électrique, sous la surveillance du contremaître.

Art. 6. — On ne doit s'approcher des machines ou appareils parcourus par ces courants à haute tension qu'en prenant des précautions spéciales pour l'isolation indispensable à la sécurité. Les ouvriers qui s'approchent de ces machines et appareils doivent se tenir sur les planchers isolés ou tapis spéciaux isolants, disposés pour l'accès à ces machines ou appareils.

Art. 7. — On ne doit pas toucher les conducteurs, même garnis d'isolants, parcourus par des courants à haute tension.

Il est particulièrement dangereux de toucher simultanément deux conducteurs ou deux organes de polarité différente. Pour éviter tout accident dans les manœuvres à effectuer sur les appareils, tout en se tenant sur le plancher isolé, on ne doit toucher que les poignées isolantes et ne se servir que d'une seule main, l'autre restant éloignée des appareils.

Art. 8. — Il est défendu d'entrer, sans une autorisation spéciale, dans le local où se trouvent des transformateurs.

Art. 9. — Il est interdit de pénétrer avec une lumière à feu nu dans un local renfermant des accumulateurs, et d'y fumer.

Observation. — Cette affiche ne remplace pas, pour les ouvriers électriciens proprement dits, les instructions spéciales qui leur sont données par le Chef du Service électrique.

Mélangeur dosimétrique pour la désinfection des grandes surfaces.

La désinfection par liquides antiseptiques des grandes surfaces horizontales (Voies publiques, cours intérieures, planchers, etc.) est une opération assez difficile à réaliser sans gaspillage des antiseptiques et en assurant au liquide une composition sensiblement constante. On a, en effet, notamment avec les tonneaux d'arrosage, à compter avec la superposition des liquides par ordre de densités, ce qui empêche d'obtenir un mélange suffisamment homogène. D'autre part, les tonneaux, soit à bras, soit à traction animale, n'atteignent pas toutes les sur-

[1] L'*Association des Industriels de France* (Paris, 3, rue de Lutèce) tient à la disposition de ceux de ses adhérents qui ont des installations électriques les exemplaires de cette affiche qui leur seraient nécessaires.



faces : celles des trottoirs, en particulier, sont hors de leur action. Quant à l'arrosage à la lance, le seul qui soit véritablement pratique, il ne pouvait s'appliquer qu'avec l'adjonction d'un réservoir spécial et d'une pompe et, par suite, son emploi était limité à la désinfection de surfaces relativement peu étendues.

M. Laurans s'est proposé de construire un appareil capable de se brancher sur une conduite d'eau sous pression et de débiter automatiquement une solution désinfectante à dosage constant par le seul emploi de la pression elle-même.

L'appareil représenté dans la figure ci-jointe se compose d'un cylindre C en fonte, dans lequel peut se mouvoir un piston P constitué par deux platines séparées par des cuirs emboutis V, V qui forment joint étanche. Le couvercle porte deux raccords, l'un A pour l'arrivée de l'eau sous pression, l'autre D sur lequel se visse la lance et qui donne passage au liquide résultant du mélange. On introduit le liquide antiseptique par un tube latéral N fermé par un bouchon R, et traversant le fond du cylindre avec lequel il communique par un orifice M. Le même tube N est relié au raccord D par une communication avec robinet terminée par un ajutage-jaugeur X. Le robinet de vidange G placé sur le prolongement d'un tube N permet de vider le tube et le cylindre C.

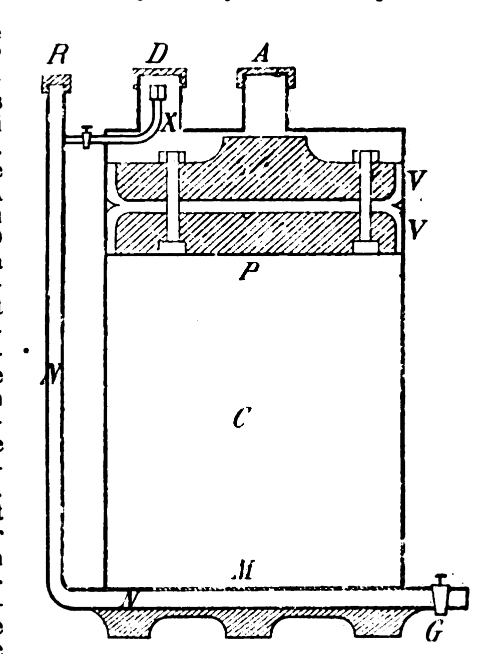


Fig. 1. — Mélangeur dosimétrique.

Pour faire fonctionner l'appareil, on remplit le cylindre C de liquide antiseptique, par le tube N et l'orifice M (le robinet étant fermé). Le piston P est alors en haut de course. On ouvre l'admission A de l'eau sous pression, puis le robinet. Le piston P descend et refoule par suite le liquide antiseptique qui vient se mélanger avec l'eau par l'intermédiaire du jaugeur X. Le mélange s'opère ainsi automatiquement à la dose voulue.

Le mélangeur dosimétrique semble devoir donner toute satisfaction et n'exiger d'autre entretien que celui des cuirs du piston. Il s'applique également bien aux surfaces verticales et horizontales en permettant, pour les unes et les autres, l'emploi de la lance, seul mode de lavage réellement pratique pour les hôpitaux, halles, abattoirs, cours pavées, etc.

Comparaison entre le gaz et l'électricité employés pour l'éclairage, la force motrice et le chauffage.

La lutte entre le gaz et l'électricité tendant à devenir de jour en jour plus vive, nous croyons intéressant de résumer ici, d'après une communication faite à la dernière Assemblée de l'Union allemande de l'Industrie du gaz par M. W. V. Oechehaeuser, les chiffres comparatifs de dépense de gaz et d'électricité pour l'éclairage, la force motrice et le chauffage; ces chiffres étant établis pour l'Allemagne seulement.

Éclairage. — Dans l'éclairage à l'incandescence par le gaz à la pression ordinaire, 1 mètre cube fournit en moyenne 560 unités Hefner et, dans l'éclairage à l'incandescence par l'électricité, on peut admettre que, dans les lampes de 16 bougies, 1 kilowatt donne environ 280 unités Hefner. On peut donc dire que 1 mètre cube de gaz équivaut à 2 kilowatts.

Si on compare l'éclairage à incandescence par le gaz sous une pression de 1 mètre avec l'éclairage électrique par arc on voit que, dans le premier cas, 1 mètre cube de gaz fournit environ 1 000 unités Hefner tandis que, dans le second, 1 kilowatt donne également 1 000 unités Hefner; on voit donc que, dans ce cas, 1 mètre cube de gaz n'équivaut plus qu'à 1 kilowatt.

On peut admettre que, pour l'éclairage, 1 mètre cube de gaz coûte, en Allemagne, de 0 fr. 175 à 0 fr. 25, et que le prix de revient du kilowatt-heure est de 0 fr. 75 à 1 franc.

Force motrice. — Un cheval-heure effectif exige, actuellement, suivant la puissance des moteurs, une dépense variant de 800 à 600 litres de gaz, 1 mètre cube de gaz peut donc fournir de 1,25 à 1,66 cheval-heure. Un cheval-heure effectif est égal à 736 watts, or, dans les électro-moteurs actuels, l'effet utile moyen varie de 80 à 90 0/0 suivant leur puissance; ils absorbent donc de 820 à 920 watts environ par cheval-heure produit, par conséquent, 1 kilowatt produit de 1,08 à 1,22 cheval-heure. On voit, par conséquent, que 1 mètre cube de gaz équivaut approximativement à un kilowatt.

Chauffage. — D'après les expériences de M. J. Hasse et F. Joly, la combustion de 1 mètre cube de gaz fournit de 2 400 à 2 600 calories effectives dans les fourneaux de cuisine à gaz, 3 840 calories dans les chauffe-bains et de 3 628 à 4 080 calories dans les appareils de chauffage au gaz; donc, en résumé, un mètre cube de gaz fournit de 2 400 à 4 000 calories effectives.

Pour le chauffage par l'électricité on peut admettre, d'après MM. F. H. Haasse et A. Herzberg, un rendement de 80 à 95 0/0; dans ces conditions un kilowatt produirait de 700 à 800 calories effectives.

Le prix ordinaire du gaz employé pour le chauffage et la force motrice varie, en Allemagne, de 0 fr. 10 à 0 fr. 15, tandis que le prix du kilowatt-heure, dans les mêmes conditions, oscille entre 0 fr. 25 et 0 fr. 375.

Nouvelle riveuse portative pour ponts et charpentes.

La figure ci-dessous représente un nouveau type de riveuse pour ponts récemment créée en Amérique.

La particularité de cette riveuse réside dans le mode employé pour transmettre la force, du cylindre à la bouterolle. Dans ce but, le porte-outil est muni à sa partie supérieure d'un galet sur lequel s'appuie un levier incliné. Celui-ci subit la pression d'un autre levier relié à l'extrémité de la tige oscillante du piston et à un joint articulé. Une pression considérable est ainsi transmise à l'outil; aussi le bâti de la riveuse est-il en acier fondu.

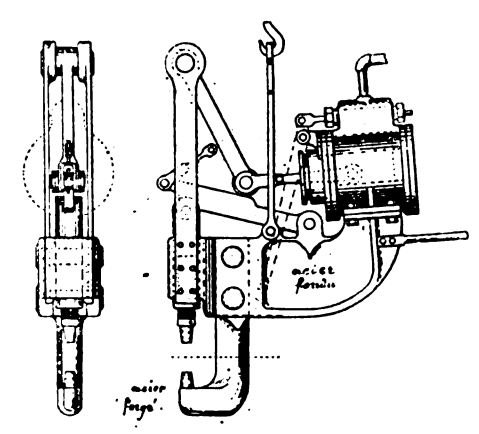


Fig. 1. — Riveuse portative.

Cette machine peut travailler horizontalement ou verticalement. Suivant les besoins du travail, on a établi des bâtis de différentes dimensions, et dont l'ouverture varie de 0m 66 à 1m 80 : il existe, en outre, une disposition très ingénieuse, qui est celle représentée sur la figure, et qui est destinée à travailler dans les espaces restreints pour lesquels l'emploi des riveuses ordinaires est très difficile ou même impraticable. Des riveuses fixes pour les gros travaux sont également établies sur le même principe.

Ces différentes machines sont actionnées soit par l'air comprimé, soit par l'eau sous pression.

Fabrication de savons avec la graisse provenant des égouts.

M. Geschwind ayant été amené, dans un essai de blanchiment, à traiter les graisses provenant des égouts de la ville de Reims par une solution étendue de carbonate de soude, a reconnu que ces graisses s'émulsionnaient facilement à froid, dans la solution alcaline, avec dégagement d'acide carbonique.

Les graisses extraites des égouts de la ville de Reims sont constituées en grande partie par des suintines provenant des eaux de lavage de laines rejetées par les peignages ; ces graisses, émulsionnées dans les eaux d'égout, c'est-à-dire dans des eaux contenant en solution des sulfures et dégageant, en outre, de l'acide sulfhydrique, lequel provient de la décomposition de l'acide sulfurique des sulfates par certains micro-organismes, subissent l'action de ces composés sulfurés et deviennent directement saponifiables, à froid, en solution aqueuse, soit par les alcalis caustiques, soit par des alcalis carbonatés en donnant, avec ces derniers, un dégagement d'acide carbonique.

Les savons obtenus, soit sodiques, soit potassiques, sont beaux, à pâte liante et fine. Bruns aussitôt après leur fabrication, ils blanchissent sous l'action de la lumière. Leur odeur assez désagréable peut se masquer par une addition de nitrobenzine ; les acides gras, obtenus par la décomposition des savons par l'acide sulfurique, sont bruns et possèdent l'odeur de beurre rance. Les eaux de lavage contiennent d'ailleurs une certaine proportion d'acide butyrique ; leur point de solidification est situé aux environs de 36° C.

Varia.

Nominations. — M. de Basire, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, est nommé Inspecteur général de 2e classe.

— Par décret en date du 11 novembre 1896, sont nommés membres du Comité consultatif des Chemins de fer : MM. Cochery, Gauthier et Prévet, sénateurs; Antonin Dubost, Etienne et Sibille, députés.

***

Concours. — Le concours ouvert par l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail (3, rue de Lutèce, à Paris), pour la création d'un *chapeau de sûreté pour scies circulaires* (1), sera clos le 31 décembre 1896.

(1) Voir le programme de ce concours dans le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 6, p. 94.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 2 novembre 1896.

Mécanique céleste. — *Sur la désagrégation des comètes.* Note de M. O. Callandreau.

La désagrégation d'un essaim dépend à la fois de sa densité et de la nature de la trajectoire décrite; elle est plus marquée dans une orbite allongée.

Navigation. — 1° *Horizon gyroscopique de* l'amiral Fleuriais, par M. E. Guyou.

L'instrument nouveau appelé *horizon gyroscopique* est destiné à suppléer à l'horizon de la mer pour la mesure des hauteurs des astres, par temps de brume ou la nuit. M. Guyou donne la description de cet instrument et son mode d'emploi, qui le rend surtout utile dans certains climats où il arrive fréquemment qu'une nappe de brume cache l'horizon, tandis que l'on aperçoit nettement le disque du soleil.

2° *Sur l'horizon gyroscopique de* l'amiral Fleuriais. Note de M. A. Schwerer, présentée par M. E. Guyou.

M. A. Schwerer a fait, au moyen d'un modèle perfectionné de l'horizon gyroscopique de l'amiral Fleuriais, de nombreuses expériences à la mer et à terre et, en particulier, des opérations de sondages, sur la *Drôme*, qui exigeaient une grande précision dans la position du navire. Les résultats de ces expériences ont prouvé à la fois : la précision de l'instrument, son utilité pratique et son endurance.

Physique. — 1° *Sur le phénomène de Rœntgen.* Note de M. Abel Buguet.

On sait que les rayons X peuvent être caractérisés derrière un écran exposé au tube de Crookes, lors même que cet écran serait assez opaque pour protéger entièrement une plaque photographique sur laquelle il serait immédiatement appliqué. Un tel disque opaque de plomb, exposé entre un tube de Crookes et une plaque photographique, assez loin de cette dernière, a donné une plage circulaire entourée d'une auréole estompée.

En disposant un pareil disque à quelques centimètres d'un tube, devant une plaque sensible éloignée de 0m10 ou 0m15, et poussant assez loin la pose, on a pu, dans une série d'expériences, obtenir une impression sur toute la surface photographique.

Il semble à M. Buguet que l'état particulier de l'espace, sur le trajet libre des rayons X, gagne les régions voisines qui sont masquées par l'écran. Les propriétés nouvelles sont transmises avec tous leurs caractères, et cette transmission est fonction importante de la distance, ainsi qu'il résulte de l'étroitesse relative de l'auréole estompée.

2° *Sur une méthode de mesure de la température des lampes à incandescence.* Note de M. P. Janet, présentée par M. Mascart.

Les données expérimentales que M. Violle a obtenues pour la chaleur spécifique moyenne du carbone entre 0° et des températures supérieures à 1 000° permettent d'obtenir, par une méthode simple, la température du filament d'une lampe à incandescence pour un régime quelconque.

On sait que la résistance R du filament varie beaucoup avec sa température θ. Appliquons aux bornes de la lampe une différence de potentiel E variable depuis 0; pour chaque valeur de E, la température prendra une valeur θ, et la résistance une valeur R; nous pourrons construire une courbe (A) ayant pour abscisses R et pour ordonnées $\frac{E^2}{R}$, c'est-à-dire la puissance perdue par rayonnement à la température θ. Prenons maintenant une lampe fonctionnant dans les conditions normales et, au temps 0, interrompons le courant; puis étudions la variation, en fonction du temps, de la résistance du filament qui se refroidit. Construisons alors une courbe (B) ayant pour abscisses les temps et pour ordonnées les résistances R. Au moyen de la courbe A, nous pourrons en déduire une troisième courbe C ayant pour abscisse le temps *t* et pour ordonnée la puissance rayonnée à chaque instant; l'aire de cette courbe nous donnera la puissance totale perdue par rayonnement depuis la température maximum du filament jusqu'à la température ordinaire et, en divisant par l'équivalent mécanique de la chaleur, la quantité de chaleur correspondante. Il suffira alors de peser le filament, et la formule de M. Violle (en admettant que ce filament soit formé de carbone pur) donnera sa température.

Cette méthode permet d'aborder simplement l'étude de deux questions importantes, à savoir : la variation de la résistance du charbon avec la température, et la variation du rayonnement avec la température.

Généralisée, elle montre que l'étude de la variation de la résistance d'un corps quelconque avec la température et celle de la chaleur spécifique de ce corps sont deux questions connexes : il suffit d'avoir séparément étudié l'une pour aborder l'autre par la méthode décrite plus haut.

Électricité. — *Mesure de la force agissant sur les diélectriques liquides non électrisés placés dans un champ électrique.* Note de M. H. Pellat, présentée par M. Lippmann.

M. Pellat montre que les formules qui donnent la force qu'exerce un champ électrique sur un diélectrique non électrisé, sont vérifiées par l'expérience dans le cas des corps liquides, aussi bien que dans le cas des corps solides.

Thermochimie. — *Sur la chaleur de formation de l'hydrure de lithium.* Note de M. Guntz.

Physique du globe. — *Uniformité de la répartition de l'argon dans l'atmosphère.* Note de M. Th. Schlœsing fils, présentée par M. Duclaux.

M. Schlœsing a fait l'analyse de plusieurs échantillons consistant en ballons qui avaient été remplis d'air atmosphérique puisé en différents points, pendant le voyage de la *Princesse-Alice*.

Le taux d'argon moyen a été 0,01184, et la concordance de tous les taux obtenus a été très remarquables : la plus grande différence qui le sépare de la moyenne est d'environ 1/100 de leur valeur.

On peut conclure alors que l'argon est, comme l'oxygène et l'azote, uniformément distribué dans l'atmosphère, à la dose de 1,184 % d'azote et d'argon, chiffre qui, après avoir subi la petite correction additive, de 0,7 % que comporte le procédé, devient 1,192.

Chimie minérale. — *Sur une méthode de reproduction de silicates doubles de potasse et d'autres bases.* Note de M. André Dubois, présentée par M. Troost.

Chimie organique. — *Sur l'essence de roses de France.* Note de MM. J. Dupont et J. Guerlain, présentée par M. Friedel.

Physique appliquée. — *Emploi des rayons X pour les recherches anatomiques : angiologie, développement, ossification, évolution des dents, etc.* Note de MM. Ch. Remy et G. Contremoulins, présentée par M. Marey.

C'est M. le professeur Marey qui a suggéré aux auteurs de la note l'idée de rendre le système vasculaire opaque aux rayons X en l'injectant avec une solution qui tienne en suspension des poudres métalliques impalpables. Le véhicule choisi a été la cire à cacheter commune dissoute dans l'alcool; l'injection a été faite à froid.

Cette méthode donne la distribution des vaisseaux avec leur situation réelle et leurs rapports, que la dissection altère toujours.

Géologie. — *Sur le mode de formation des Pyrénées.* Note de M. P.-W. Stuart-Menteath, présentée par M. d'Abbadie.

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

Berlin und seine Bauten, ouvrage fait en collaboration par l' « Architeckten Verein zur Berlin » et la « Vereinigung Berliner Architekten ». — Trois volumes in-8° de 1 650 pages ensemble avec 2150 figures dans le texte et 23 tableaux. — Wilhelm Ernst et fils, éditeurs, Berlin, 1895. — Prix : broché, **60** marks.

Cet ouvrage, qui constitue une véritable monographie de la ville de Berlin, est divisé en deux parties : la première est consacrée à l'art de l'Ingénieur, la seconde à l'architecture proprement dite; chacun des nombreux chapitres de ces deux parties a été étudié par un spécialiste compétent.

Dans la première partie, les différents auteurs passent successivement en revue tous les ouvrages, monuments et installations remarquables de la ville de Berlin : les établissements d'enseignement technique, les ponts, quais, chemins de fer, tramways, distributions d'eau et de gaz, les postes et télégraphes, les matériaux de construction, le chauffage et la ventilation des habitations, la voirie, les principales industries et l'éclairage électrique, font l'objet d'autant de chapitres séparés.

La seconde portion de cet important ouvrage se divise, elle-même, en deux parties distinctes. La première est principalement consacrée à l'étude, au point de vue architectural, des principaux édifices berlinois publics : châteaux, monuments commémoratifs, palais publics, églises, musées, grandes écoles, etc. Un chapitre important est réservé à l'examen des constructions militaires les plus intéressantes. De même les hôpitaux, maisons de secours, théâtres, établissements de bains, abattoirs, etc., sont traités dans des chapitres spéciaux très développés.

La seconde partie traite toujours de l'architecture berlinoise, mais les auteurs passent en revue les principales constructions privées telles que : cafés, hôtels, maisons de sociétés, habitations particulières qui font l'ornement de la ville de Berlin et qui se distinguent soit par leurs dimensions remarquables, soit par leur côté artistique.

Accumulateurs électriques, par F. Loppé, Ingénieur des Arts et Manufactures. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire).* — Petit in-8° de 203 p., avec 47 figures. — Gauthier-Villars et Masson, éditeurs, Paris, 1896. — Prix : broché, **2 fr. 50**; cartonné, **3** francs.

Cet ouvrage est un développement de conférences faites par l'auteur à l'École d'application du Laboratoire central d'Électricité.

M. Loppé débute par le rappel de quelques principes d'électro-chimie indispensables à l'étude des phénomènes qui se rencontrent dans le fonctionnement des accumulateurs. Il donne ensuite l'exposé des diverses théories relatives aux actions chimiques qui se produisent, à la charge et à la décharge des accumulateurs.

Dans la partie relative aux accumulateurs industriels, l'auteur s'occupe surtout des différents systèmes d'électrodes et de leur montage dans les bacs. Un paragraphe est consacré à l'entretien des batteries et aux précautions à prendre dans l'emploi des accumulateurs, précautions dont dépendent à la fois la durée et le rendement.

Tout en traitant plus particulièrement la partie concernant les accumulateurs au plomb, universellement employés aujourd'hui, M. Loppé a cependant réservé un chapitre aux accumulateurs d'autres systèmes dont l'étude peut être intéressante.

Dans la cinquième partie, l'auteur décrit rapidement les appareils accessoires employés dans l'établissement des accumulateurs et dans leur fonctionnement.

Enfin, une sixième partie est consacrée aux mesures de rendement et à celles de la force électro-motrice et de la résistance intérieure.

Traité pratique de la procédure des faillites et des liquidations judiciaires, par C. Maréchal, ancien avocat à la Cour d'Appel de Paris. — **1** volume in-8° carré de 241 pages. — Chevalier Marescq, éditeurs, Paris, 1896. — Prix : broché, **5** francs.

Cet ouvrage, qui s'adresse spécialement aux commerçants et des industriels et à ceux qui sont appelés à les assister de leurs conseils, ayant un but essentiellement pratique, l'auteur a jugé inutile d'aborder la question de rédaction des différents actes qui sont du ressort des juges, greffiers et syndics. M. Maréchal s'est, au contraire, attaché à prévoir tous les cas pouvant intéresser les créanciers, liquidateurs ou faillis, à leur fournir tous les renseignements dont ils peuvent avoir besoin pour suivre personnellement les opérations des faillites et des liquidations, et à donner à eux et à leurs mandataires, la formule de tous les actes qu'ils peuvent être appelés à faire ou à signifier.

Le Génie Civil publie une analyse de tous les ouvrages techniques dont on lui fait parvenir deux exemplaires.

Le Gérant : **H. Avoiron.**

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — (Encre Lorilleux)

Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 3. N° 754. Samedi 21 Novembre 1896.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Pont tournant à quatre voies ferrées sur la rivière de Harlem, à New-York (États-Unis) *planche III*, p. 33; P. BASQUIN. — **Métallurgie** : Les récents progrès de la métallurgie de l'or, p. 35; Julien LEFÈVRE. — **Constructions civiles** : La fabrication du ciment de laitier à l'usine de Vitry-le-François, p. 39. — **Mécanique** : Origine et développement de la transmission funiculaire, p. 40. — **Tramways** : Les tramways électriques, p. 42. — **Chemins de fer** : Les appareils de block-system automatiques aux États-Unis, p. 43. — **Informations** : Exposition de 1900. Travaux préparatoires. Nouveaux palais des Champs-Élysées. Clauses et conditions imposées aux entrepreneurs, p. 44; — Influence des perturbations météorologiques sur les explosions spontanées avec ou sans déflagration, p. 45; — Générateur turbo-électrique pour la préparation de la soude caustique, p. 46; — Automobile-Club de France. Règlement du concours des voitures automobiles pour 1897, p. 46; — Coussinets en verre, p. 47; — Nouveau mode de fermeture pour les portes des monte-charges, p. 47; — Appareil pour la vérification des ressorts des indicateurs à diagrammes, p. 47. — Varia, p. 47.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des Sciences, séance du 9 novembre 1896, p. 48.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 48.

Planche III : Pont tournant à quatre voies ferrées sur la rivière de Harlem, à New-York.

TRAVAUX PUBLICS

PONT TOURNANT A QUATRE VOIES FERRÉES sur la rivière de Harlem, à New-York (États-Unis).

(*Planche III.*)

Le *Génie Civil* a publié récemment [1] une étude sur la construction du canal de Harlem entre l'Hudson et l'East-River, aux États-Unis. Nous nous proposons de donner ici, d'après l'*Engineering News*, la description d'un pont tournant pour voies ferrées, construit pour la traversée de ce canal ou, plus exactement, de la rivière de Harlem canalisée.

La ville de New-York possède, à Manhattan-Island, une grande gare de chemin de fer, connue sous le nom de *Grand Dépôt Central*. Les trains extrêmement nombreux partant de ce dépôt doivent traverser la ville sur une longueur de près de 8 kilomètres, de Harlem-River à la 42e rue. Cette distance était franchie primitivement partie sur un viaduc en maçonnerie, partie en tranchée ou sous un tunnel; actuellement, des travaux sont en cours d'exécution pour substituer au viaduc et à la tranchée un ouvrage entièrement métallique donnant passage à quatre voies de chemin de fer. Ce viaduc commence dans la partie supérieure de Park-Avenue et aboutit à la rivière de Harlem, qu'il franchit au moyen d'un gigantesque pont tournant. Ces travaux auront l'avantage de dégager presque complètement la vue sur une largeur de plus de 40 mètres, sauf l'étroit espace occupé par trois files de colonnes en treillis supportant l'ossature métallique.

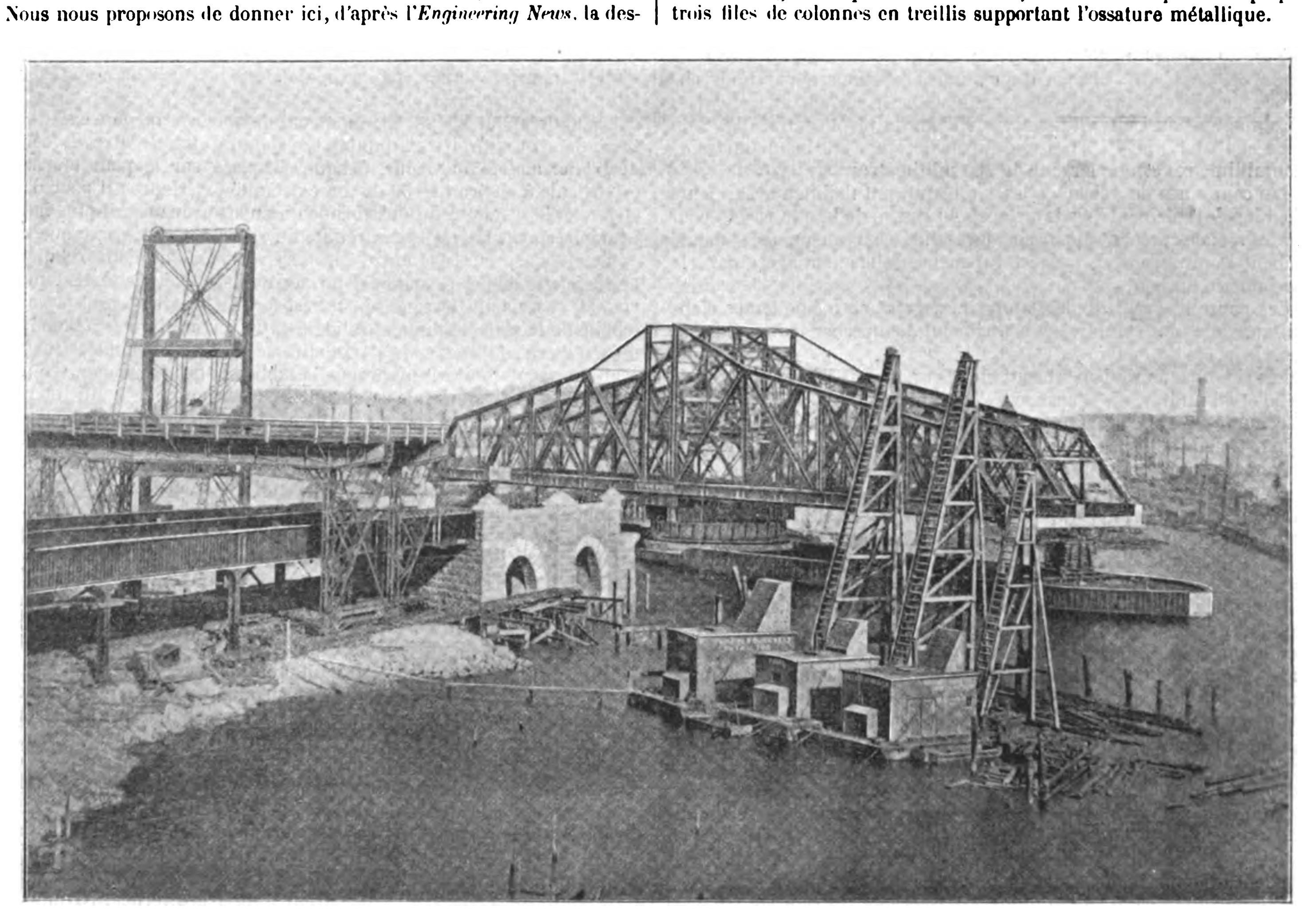


FIG. 1. — PONT TOURNANT SUR LA RIVIÈRE DE HARLEM, A NEW-YORK : Vue perspective du pont ouvert.

Le pont tournant jeté sur la rivière de Harlem est, croyons-nous, le plus grand ouvrage de ce genre existant actuellement.

La superstructure du viaduc est entièrement en acier; elle se compose de trois poutres longitudinales, d'une hauteur de 2m20, dont l'âme a une épaisseur de 10 millimètres pour les poutres de rive et de 17 millimètres pour la poutre médiane. Ces poutres reposent sur trois files de colonnes en treillis dont la base est solidement ancrée sur un large socle en maçonnerie.

[1] Voir le *Génie Civil*, t. XXVIII, n° 10, p. 145.

Le tablier est formé par des traverses en tôle affectant la forme d'un V et rivées directement sur les poutres longitudinales. Ces traverses remplacent à la fois les poutres de pont et les longerons employés généralement pour soutenir les tabliers de ces sortes d'ouvrages. Les rails sont posés directement sur les traverses et ils y sont fixés par un système d'attache particulier permettant de régler facilement l'écartement de la voie.

La partie la plus intéressante du viaduc est le pont tournant traversant la rivière de Harlem. Ce pont est précédé, du côté nord, par deux travées métalliques fixes (fig. 5, pl. III) jetées sur une partie de la rivière et ayant respectivement des ouvertures de 40 et de 56 mètres, franchies au moyen de poutres en treillis ayant 7m 50 et 9m 14 de hauteur, la largeur totale entre les axes des poutres de rive étant d'environ 18 mètres.

Au sud, le pont tournant est prolongé par une culée en maçonnerie donnant encore passage à la rivière par deux arches de peu d'ouverture.

La partie mobile de l'ouvrage a exactement une longueur totale de 118m 25 : son tablier est soutenu par six poutres du système Pratt, en encorbellement deux à deux sur un pilastre central d'une hauteur de 19m 50 (fig. 1 à 4, pl. III). En raison de la charge plus grande qu'elle doit supporter, la poutre médiane a été légèrement surélevée.

Les trois fermes laissent entre elles, de chaque côté de la poutre centrale, un passage libre de 7m 91 ; dans chacun de ces espaces sont placées deux voies parallèles, posées directement sur le tablier du pont.

La charpente du pont est montée entièrement sur deux tambours concentriques reposant eux-mêmes sur une double couronne de galets coniques, de telle sorte que, lorsque le pont est ouvert, ou lorsqu'il effectue son mouvement de rotation, le poids entier de l'ouvrage porte sur les galets, le pivot central en acier servant simplement d'attache pour maintenir, au moyen de rayons, les galets et les tambours au-dessus de leurs cercles de roulement.

Les tambours, en tôle d'acier, sont formés de deux cylindres concentriques ayant 1m 80 de hauteur (fig. 6 à 8, pl. III). Ils sont espacés de 1m 20 et réunis solidement entre eux par 16 diaphragmes. Le diamètre du tambour extérieur est de 16m 47, celui du tambour intérieur est de 14m 07. Chacun des cylindres est supporté par une couronne de 72 rouleaux en acier moulé, tournés suivant un cône dont le sommet est au centre du pont, sur l'axe du pivot central (fig. 2 du texte et 15 à 17, pl. III). Les rouleaux extérieurs ont un diamètre de 609 millimètres et une largeur de 260 millimètres.

Les couronnes de galets et les tambours sont maintenus sur leurs chemins de roulement à égale distance du centre de la pile par 16 poutrelles radiales prenant appui sur un solide chapeau en acier moulé coiffant le pivot central, qui est lui-même solidement ancré dans la maçonnerie du pont.

Les poutrelles radiales des tambours servent en même temps d'appui aux tôles des cylindres et contribuent à empêcher leur voilement sous le poids de l'ouvrage.

Les chemins de roulement sont en acier ; ils ont 32 centimètres de large et 65 millimètres d'épaisseur. Ils sont rivés sur une embase en tôle, ancrée dans la maçonnerie, et se composent de 12 segments. Le chemin extérieur porte un rebord denté avec lequel engrènent les pignons actionnés par des machines à vapeur et faisant mouvoir le pont.

Le pilastre central, sur lequel s'appuie tout le pont, repose sur les tambours par l'intermédiaire de 8 poutres transversales, dont les extrémités s'appuient sur les diaphragmes réunissant les tambours, de telle sorte que la charge totale supportée en 16 points de la circonférence s'y trouve répartie à peu près également par les 144 galets.

Quand le pont tournant est fermé, son poids ne porte pas tout entier sur le tambour central : une partie de la charge est supportée par les culées d'extrémités, grâce à un ingénieux système de calage, et les fermes du pont tournant travaillent alors comme de simples poutres à treillis reposant sur appuis à leurs extrémités.

Les appareils de calage, représentés figures 9 à 14 (pl. III), sont disposés sous chacune des deux poutres de rive et, sous la poutre centrale, aux deux extrémités du pont ; ils sont manœuvrés de la chambre des machines. Chacun d'eux se compose de deux bielles articulées, d'une part, avec un sabot de calage et, d'autre part, à leur partie supérieure, avec un écrou qui s'appuie sur une glissière en bronze placée sous la semelle de la poutre ; dans cet écrou est engagée une vis dont les deux moitiés sont filetées dans des sens différents.

Il en résulte que, si l'on fait tourner la vis dans un sens convenable, les deux écrous s'éloignent l'un de l'autre, entraînant dans leur mouvement la partie supérieure des étriers ; les bielles articulées qui relient ces écrous au sabot s'écartent, et celui-ci se relève. Si, au contraire, on donne à la vis un mouvement de rotation en sens inverse, les deux écrous et la partie supérieure des étriers se rapprochent et le sabot s'abaisse jusqu'au moment où il vient en contact avec les semelles de calage. Il est évident que, pour obtenir un bon calage du pont, et pour que la vis ne fatigue pas lorsque le pont est fermé, il faut que les sabots viennent s'appuyer sur leurs semelles au moment précis où les bielles sont verticales, de telle façon que les écrous des étriers portent bien d'aplomb sur les glissières placées à la partie inférieure des poutres ; il est donc nécessaire de pouvoir régler facilement la position et la hauteur des semelles d'appui. Cette condition importante a été réalisée, comme on peut le voir sur les figures 9 et 12 (pl. III), en employant une semelle d'appui composée de deux pièces pouvant glisser l'une sur l'autre à la façon des clavettes d'une bielle de machine à vapeur. La position de ces pièces est assurée dans le sens horizontal par une série de coins s'appuyant sur les rebords du socle de la semelle.

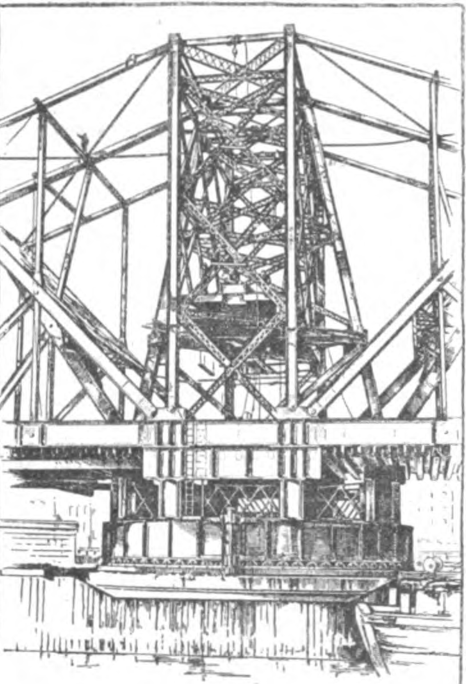


Fig. 2. — Pont tournant sur la rivière de Harlem, à New-York : Vue du pivot central.

Les vis servant à manœuvrer les appareils de calage sont actionnés de la salle des machines par l'intermédiaire d'une ligne d'arbres logée à l'intérieur de la poutre médiane.

Un des étriers est relié à une bielle servant à donner un mouvement de rotation à un arbre transversal placé sous le tablier du pont. La rotation de cet arbre est utilisée pour relever, par l'intermédiaire d'une série de bielles et de manivelles, l'extrémité des rails placés sur le tablier ; il en résulte que, lorsque l'on décale le pont, on relève en même temps les extrémités des voies.

Les figures 9 et 12 (pl. III) montrent de quelle façon on a exécuté le raccordement entre les extrémités des voies du tablier fixe et celles du tablier mobile du viaduc. Chaque rail placé sur le pont tournant est articulé à environ 1m 50 de son extrémité extérieure ; il peut donc être relevé au moyen du mécanisme que nous avons décrit plus haut. Le déplacement latéral de l'extrémité du rail est limité, parce que son patin se trouve encastré entre les ailes verticales de deux cornières rivées sur le tablier et aussi par un verrouillage fixé à la partie fixe du viaduc, et rendant, lorsque le pont est fermé, la partie fixe et la partie mobile de la voie absolument solidaires. Ce verrouillage est obtenu au moyen de cales articulées à l'extrémité de manivelles montées sur un arbre horizontal qui est placé sous le tablier et qui est manœuvré par un levier à main. Les cales viennent se loger entre le patin du rail mobile et les cornières ; elles empêchent ainsi tout déplacement latéral.

Sur toute la longueur du viaduc les rails sont fixés directement au tablier au moyen de boulons et de rondelles spéciales s'appuyant sur le patin du rail. Entre le tablier et le rail est interposée une plaque en métal, destinée à amortir les trépidations. La rondelle de calage est percée d'un trou allongé permettant un réglage facile de la voie.

La hauteur libre comprise entre le dessous du pont tournant et le plan des hautes eaux étant de huit mètres, la plus grande partie des bateaux naviguant sur le canal peuvent passer sans qu'il soit nécessaire d'ouvrir le pont ; celui-ci peut, d'ailleurs, être ouvert et fermé complètement en moins d'une minute et demie.

La force motrice nécessaire aux différentes manœuvres est fournie par deux machines à vapeur et deux chaudières d'une puissance de 50 chevaux chacune. Toutes les chaudières et machines sont indépendantes et chacune d'elles est suffisante pour actionner le pont. La machinerie a été prévue pour pouvoir manœuvrer aisément un poids de 2 500 tonnes.

Les deux machines à vapeur sont du type Edwards à changement de marche et à deux cylindres : ceux-ci ont respectivement pour diamètre 304 millimètres et 213 millimètres. Ces machines actionnent le pont au moyen d'un embrayage à friction et d'engrenages d'angle, imprimant un mouvement de rotation à un arbre vertical terminé à sa partie inférieure par un pignon s'appuyant sur la couronne dentée qui borde le chemin de roulement extérieur.

Les eux chaudières sont du type vertical : elles sont alimentées par une pompe Worthington duplex et des injecteurs Koerting puisant l'eau dans un bâche de 8 mètres cubes de capacité.

Toute la machinerie (fig. 18, pl. III) est logée dans une salle suspendue dans le pilastre central du pont, directement au-dessus des tambours de manière à permettre aux mécaniciens de surveiller, dans tous les sens, les abords du pont.

Des appareils de contrôle, indiquant à chaque instant la position du pont et son calage, sont disposés dans la salle des machines. Un monte-

charges permet d'élever le charbon directement des avant-becs au plancher de la salle des chaudières. Ce charbon est emmagasiné dans une soute en fer pouvant contenir environ 3 tonnes.

Les poutres ont été calculées : 1° pour un poids mort de 3,1 tonnes par mètre courant de poutre latérale et de 6,1 tonnes par mètre courant de poutre centrale ; 2° pour une charge roulante de 3,75 tonnes par mètre courant de voie, plus une charge de 9,8 tonnes par mètre

galets en acier ont été essayés à une pression de 60 kilogrammes par millimètre carré. Les autres pièces devaient pouvoir résister à un effort de 40 kilogrammes par millimètre carré.

Le métal employé ne devait pas contenir plus de 0,08 °/₀ de phosphore et 0,04 °/₀ de soufre.

Le poids de la superstructure, non compris la machinerie et son abri, n'excède pas 2 300 tonnes.

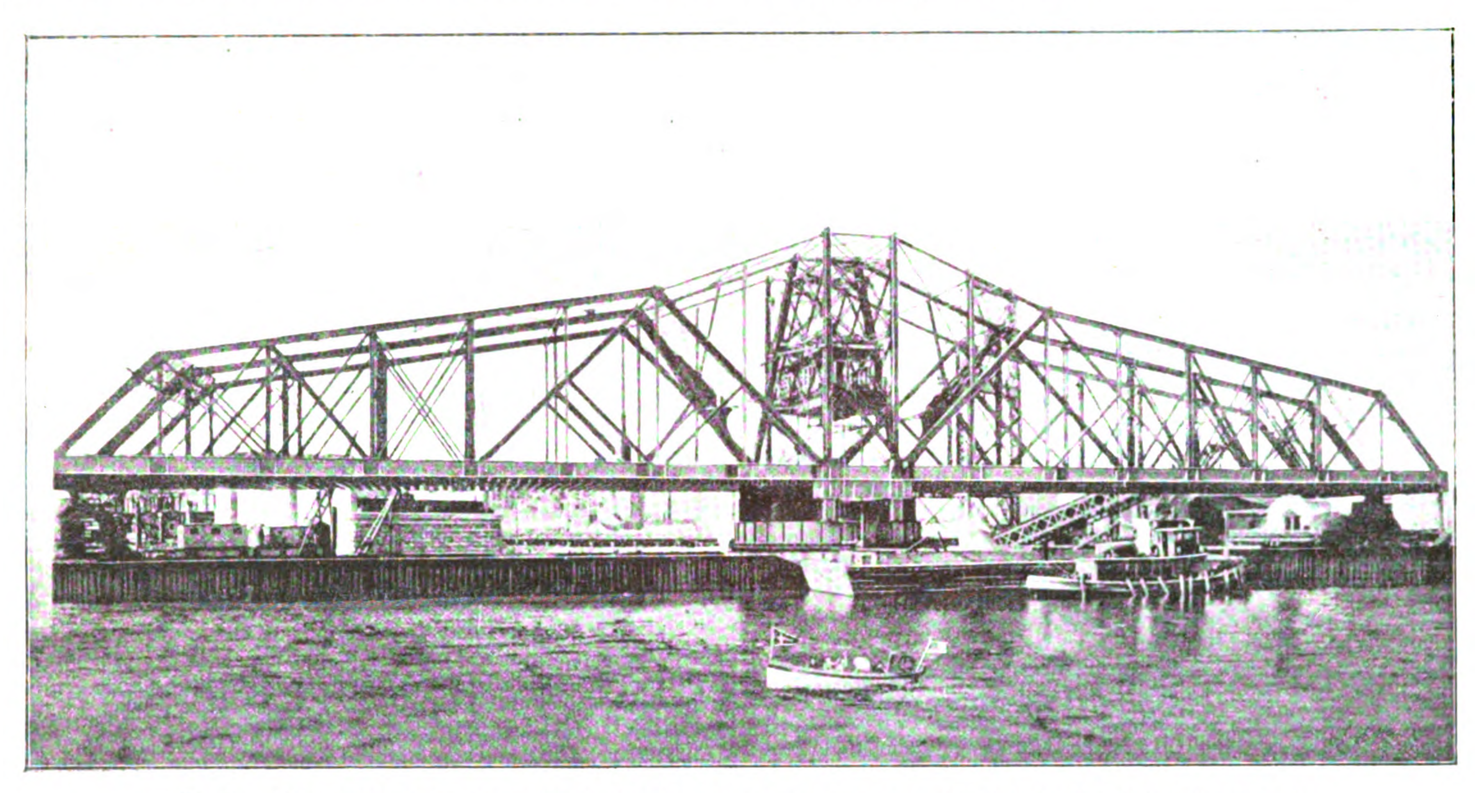


Fig. 3. — Pont tournant sur la rivière de Harlem, a New-York : Vue perspective de la travée mobile et de son pivot.

courant répartie sur une longueur de 12 mètres pour la charge due à la machine.

Le projet général du pont a été dressé par l'Ingénieur Walter Katté; les calculs ont été établis par M. F. W. Wilson, Ingénieur assistant du département des ponts.

L'ouvrage est construit entièrement en acier essayé suivant les prescriptions de la New-York Central and Hudson River Railroad C°. Les

Le pont a été entièrement construit à l'intérieur d'un batardeau et sans interrompre la navigation du canal.

Le prix total de ce travail, exécuté à forfait par la King Bridge Company, a été de 1 090 000 francs, non compris la machinerie, ce qui fait ressortir le mètre superficiel de pont à moins de 500 francs.

P. Basquin,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

MÉTALLURGIE

LES PROGRÈS RÉCENTS DE LA MÉTALLURGIE DE L'OR

Les découvertes récemment faites au Transvaal ont ramené l'attention sur le traitement des minerais d'or. La métallurgie de ce métal a reçu, dans ces dernières années, un certain nombre de perfectionnements que nous allons passer en revue. Nous laisserons seulement de côté ce qui se rapporte à la cyanuration, ce sujet ayant été traité ici même il y a peu de temps (1).

Le traitement qui convient à chaque minerai d'or varie, non seulement avec sa teneur en métal précieux, mais aussi avec l'état physique et chimique de ce métal, la proportion des éléments étrangers et la nature de la gangue. La première partie du traitement est généralement constituée par l'amalgamation, qui enlève le plus souvent une proportion d'or d'autant plus grande que le métal est plus pur et formé de grains plus volumineux. En Australie, au Vénézuéla, et dans un grand nombre de mines des États-Unis, on obtient ainsi 75 à 80 °/₀ du métal précieux; mais, au Transvaal, on n'en extrait que 55 °/₀ environ.

L'amalgamateur laisse donc échapper, dans ce cas, un minerai *(free-milling)* contenant encore à peu près la moitié de son or, et celui-ci s'y trouve sous deux formes : le *float gold* ou or flottant, composé de particules extrêmement fines, qui restent en suspension dans l'eau au lieu de s'attacher aux plaques d'amalgamation, et le sulfure ou *sulphuret*, qui contient, outre le soufre indiqué par son nom, une proportion variable de fer, d'arsenic et de métaux lourds. Lorsque le sulphuret ne se trouve qu'en petite quantité, on soumet immédiatement le minerai, par voie humide, à l'un des procédés chimiques ordinaires : chloruration, cyanuration, etc. Si le sulphuret est assez abondant, il faut d'abord diviser, par un lavage, la *pulpe* en deux parties d'inégale densité. La portion la plus lourde, qu'on appelle « concentrés » ou *concentrates*, composée surtout de sulphuret, est grillée, puis chlorurée; la plus légère, qui renferme le métal à l'état de float gold, se subdivise en « queues » ou *tailings* qui sont soumises au traitement chimique, et en *slimes* ou *schlamm*, dépôts boueux qui sont rejetés.

Grillage des minerais. — Toutes les matières aurifères qui ne peuvent pas être soumises directement à l'amalgamation, telles que minerais bruts, concentrés, sulphurets, etc., sont soumises à un grillage préalable, sous l'action de l'air. Dans cette opération, les sulfures, sulfates, arséniures et arséniates sont transformés en oxydes, tandis que le soufre et l'arsenic sont éliminés sous la forme d'acides sulfureux et arsénieux. Ces réactions augmentent la porosité du minerai; à l'action chimique s'ajoute donc un effet physique, qui est souvent fort utile, par exemple lorsque la matière doit être soumise à la cyanuration.

Suivant qu'il a été poussé plus ou moins loin, le grillage prend les noms de calcination simple, grillage doux (lorsque tous les acides sont éliminés), grillage oxydant (lorsque les sels sont réduits en oxydes) et grillage à mort.

M. Warnford Lock (1) divise les fours destinés au grillage des minerais d'or en deux classes, suivant que le brassage s'effectue à main d'homme ou mécaniquement.

Fours ordinaires. — Les appareils de la première série ont été, pendant longtemps, les seuls en usage, et sont encore souvent considérés comme donnant les meilleurs résultats. Ils se composent toujours d'une sole très longue, avec voûte surbaissée. Tel est le four *Victoria* (fig. 1 et 2), employé en Australie dans tout l'État de ce nom, qui permet de griller en douze ou dix-huit heures des pyrites contenant 7 °/₀ d'arsenic et 6,5 de soufre.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVIII, n° 7, p. 102 et n° 8, p. 121.

(1) *Journal of the Society of Arts*, p. 364; 1895.

Le foyer se voit en *b*, l'autel en *c*, les conduites d'air en *a*. Le minerai pulvérisé, introduit par la trémie *g*, est étalé en couche de 25 à 75 millimètres sur la sole inclinée du laboratoire *e*. Il descend peu à peu jusqu'au bas du four et est retiré par l'ouverture *d*. Le râblage se fait par des portes latérales *f*, distantes d'environ 2 mètres. L'air

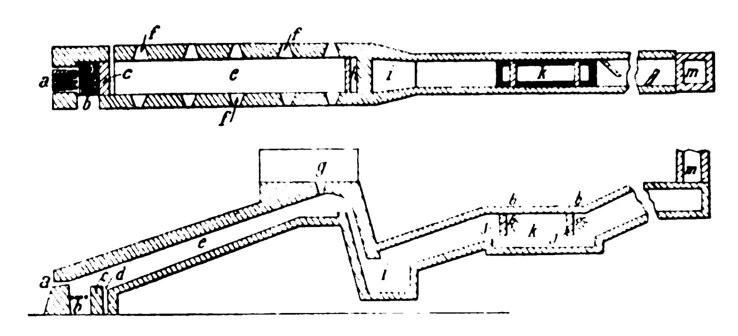


Fig. 1 et 2. — Four à réverbère, dit « Victoria ».

qui pénètre par le foyer et par *a* est employé presque entièrement à la combustion du charbon; celui qui produit l'oxydation pénètre par les portes *f*.

Il convient de donner à la sole une inclinaison de 8 millimètres par mètre et une longueur de 18 à 20 mètres; cependant, on la réduit quelquefois à 10 ou 12 mètres, pour dissimuler les dépenses de premier établissement. Quelquefois aussi on la divise en sections par des saillies en briques de quelques centimètres.

A la suite du laboratoire *e* se trouvent des chambres de condensation *ik*, munies de registres *j* pour le tirage, et la cheminée *m*.

Les fours ordinaires doivent toujours être alimentés avec des combustibles à longue flamme.

Si le râblage à main d'homme présente des avantages, il est peu économique : l'air froid qui pénètre par les portes *f* augmente beaucoup la consommation du combustible. Les frais moyens de grillage par cette méthode s'élèvent, d'après Cosmo Newbery, à 22 fr. 50 dans l'État de Victoria; M. Warnford Lock lui attribue la même valeur en Californie. Peut-être pourrait-on améliorer le rendement en chauffant l'air, avant de l'introduire, au moyen de la chaleur perdue.

Fours mécaniques. — Les fours mécaniques peuvent se diviser à leur tour en quatre catégories : 1° les fours à cuve; 2° les cylindres tournants; 3° les fours à râblage mécanique; 4° les fours à sole tournante.

1° *Fours à cuve*. — Ces appareils se composent d'une sorte de tour, dans laquelle on fait tomber verticalement le minerai pulvérisé, tandis qu'un courant d'air chaud s'élève en sens inverse.

On peut se demander comment un four à cuve, pendant les quelques secondes que dure la chute du minerai, peut produire les oxydations qui, dans la méthode précédente, exigeaient un grand nombre d'heures. On obtient cependant de bons résultats, au moins en ce qui concerne le grillage doux. Cette rapidité d'action s'explique par ce fait que les grains du minerai finement pulvérisé, sont, pendant la chute, en contact par toute leur surface avec l'atmosphère oxydante et très chaude. En outre, la réaction peut continuer un certain temps dans la masse de minerai qui s'accumule à la base du four.

C'est le four Stetefeldt, le plus simple des fours à cuve, qui est le plus employé dans la métallurgie de l'or. Il se compose (fig 3) d'une sorte de puits vertical A, de 9 à 12 mètres de hauteur et de section carrée; un rampant incliné B, partant du sommet de la cuve, communique avec la cheminée par l'intermédiaire des chambres de condensation C.

Le minerai pulvérisé est réparti dans la cuve par un distributeur mécanique D, placé au sommet; après sa chute, il se réunit dans la trémie E. Les poussières entraînées par le tirage de la cheminée se déposent dans les trémies FF. La cuve est chauffée par deux foyers latéraux GG, et le rampant par un troisième foyer H; les gaz de ces trois foyers pénètrent par II. L'air arrive sous les foyers par des portes à registres et pénètre aussi dans la cuve et dans le rampant par les carneaux J, qui communiquent avec des ouvertures réglables. Des portes K permettent de surveiller l'opération et de nettoyer l'appareil.

Des wagonets reçoivent, de temps en temps, la minerai accumulé dans les trémies EF et le conduisent à l'aire de refroidissement.

Le four Stetefeldt a reçu divers perfectionnements. Ainsi, dans le four Gerstenhofer, la cuve est traversée par un grand nombre de barreaux triangulaires, disposés en chicane, qui retardent la chute du minerai et augmentent la durée de son contact avec l'atmosphère oxydante. Dans le four Fauvel, le même office est rempli par une série de plans inclinés, placés de la même manière. Ces deux appareils ne semblent pas avoir été jusqu'ici appliqués au grillage des minerais d'or.

2° *Fours tournants*. — Le cylindre de Brückner, importé au Colorado en 1867, est encore, avec le four à cuve de Stetefeldt, le plus employé dans tous les États de l'Union. Il rappelle les fours tournants employés pour la préparation de la soude par le procédé Leblanc, et se compose d'un cylindre horizontal en tôle, long de 5m 40, garni intérieurement de briques de bonne qualité, et tournant autour de son axe; il se rétrécit en tronc de cône aux deux extrémités et communique, d'une part avec le foyer, de l'autre avec les chambres de condensation et la cheminée.

Six tubes de fer creux inclinés, disposés à l'intérieur, constituent un diaphragme en forme de grille, qui oblige le minerai à se déplacer sans cesse d'un bout à l'autre du cylindre. Les chambres de conden-

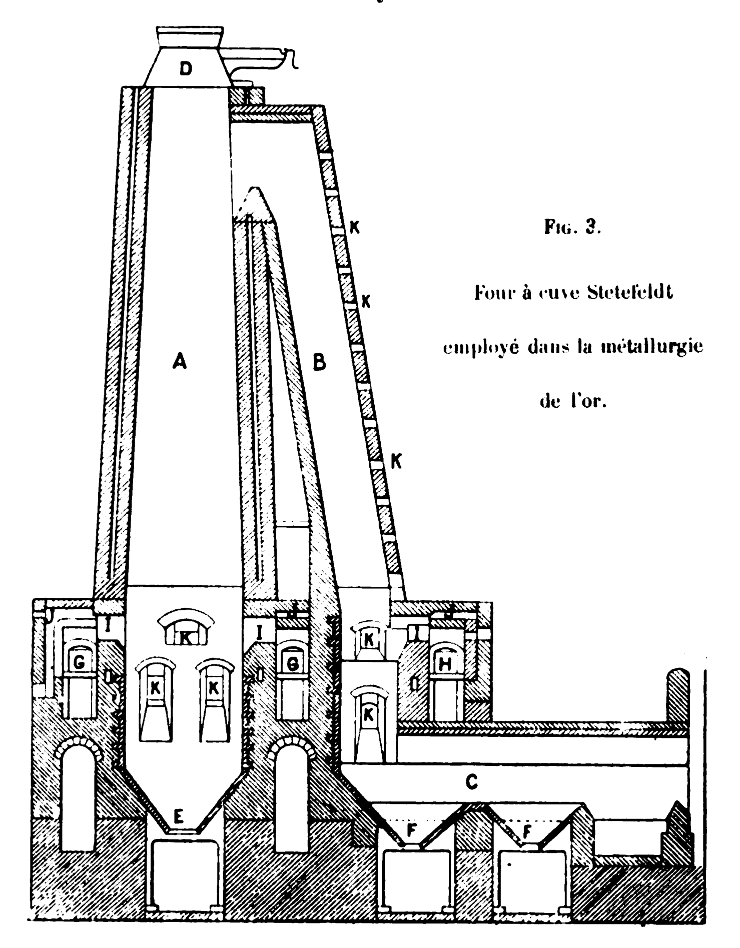


Fig. 3. Four à cuve Stetefeldt employé dans la métallurgie de l'or.

sation sont au nombre de deux : la première, qui communique avec le cylindre par un rampant incliné, recueille les poussières les plus grosses; les poussières fines se rendent dans la seconde. Les orifices de chargement et de déchargement sont situés au milieu du four et directement opposés. Le cylindre est porté au rouge sombre avant de recevoir le minerai, qui doit être finement pulvérisé.

Le plus grand avantage de ce four, c'est qu'on peut y maintenir la charge aussi longtemps qu'on le désire. D'un autre côté, le brassage étant insuffisant, on ne peut obtenir un grillage complet qu'en prolongeant la chauffe, ce qui augmente les frais de combustible. De plus, la quantité de poussières entraînée est considérable, la ventilation est insuffisante, et l'on est obligé, pour obtenir l'accroissement régulier de température indispensable dans tout grillage oxydant, d'activer et de modérer alternativement le feu. Les frais peuvent être évalués à 7 fr. 50 par tonne, pour un minerai contenant à peu près 7 % d'arsenic et autant de soufre.

Le four Brückner a été modifié par divers inventeurs. On peut citer le dispositif d'Oxland et Hockin, plus connu en Amérique sous le nom de four de White et Howell (fig. 4). Le cylindre est plus long

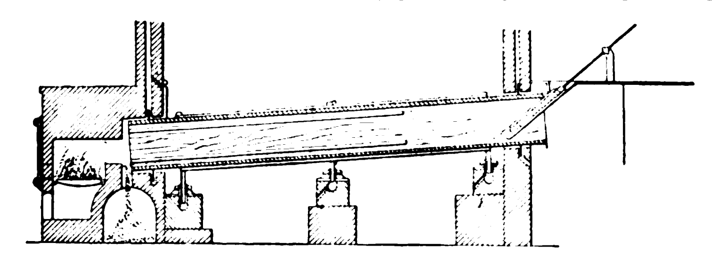


Fig. 4. — Four Oxland et Hockin.

que celui de Brückner: il peut avoir 18 mètres de longueur sur 1m 30 de diamètre; il est, en outre, légèrement incliné. Le foyer est placé à la partie inférieure. Le minerai est introduit à l'autre extrémité, d'une



façon continue, au moyen d'un plan incliné ou d'une vis d'alimentation; il descend peu à peu et rencontre successivement des surfaces de plus en plus chaudes. Pour ralentir la chute, le garnissage forme des saillies intérieures, qui brassent le minerai pendant toute sa course; ces saillies sont placées suivant des génératrices parallèles ou disposées en hélice. En général, le minerai passe successivement dans deux fours placés bout à bout; le second est souvent un simple four à réverbère.

Dans la Cornouaille, le grillage d'une tonne de pyrite arsénifère revient à 1 fr. 25 pour la main-d'œuvre, et l'on emploie de 1kg 5 à 9 kilogr. de charbon. Aux États-Unis, le traitement coûte de 3 fr. 75 à 5 francs par tonne.

Le four de Molesworth, très employé dans le sud de l'Australie, diffère un peu du précédent. Il est légèrement conique et va en se rétrécissant vers la partie la plus basse. La flamme ne circule plus à l'intérieur, mais dans des carneaux qui entourent complètement la cuve. Les saillies intérieures, disposées suivant les génératrices du tronc de cône, au lieu de former des lignes continues, se composent d'obstacles séparés. On active, en outre, l'oxydation en faisant passer dans l'appareil des vapeurs d'acide nitrique, produites au moyen du nitrate de sodium et de l'acide sulfurique. Ce perfectionnement, auquel il serait d'ailleurs facile de renoncer, paraît plus nuisible à l'appareil qu'utile à la réaction.

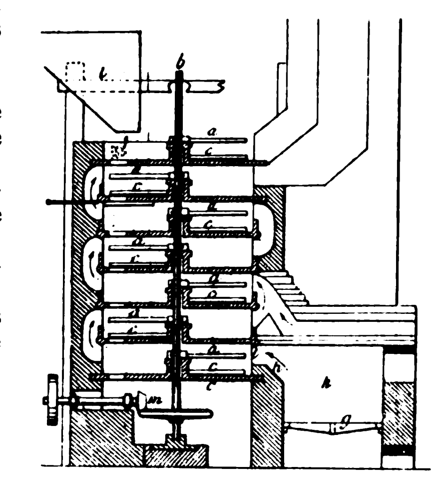
Le four Hofmann se compose, comme celui de Brückner, d'un cylindre tournant horizontal; mais il possède deux foyers, un à chaque extrémité, ce qui permet d'obtenir un grillage uniforme, en alternant plusieurs fois l'action de ces foyers. Sous chaque foyer se trouvent des chambres de condensation. Quand l'un des foyers est en marche, on dirige, à l'aide de registres, les gaz et les poussières dans les chambres situées sous l'autre fourneau. La manœuvre des registres permet aussi de faire arriver dans le four, avec la flamme du foyer, un courant d'air extérieur qui active la combustion des gaz et l'oxydation du minerai.

Ce four convient également aux matières qui demandent une température très basse ou très élevée. Il peut avoir une capacité bien supérieure à celle des fours à simple foyer; mais, d'un autre côté, il exige plus de main-d'œuvre et de combustible.

3° *Fours à râblage mécanique.* — On emploie souvent, aux États-Unis, des fours à deux ou trois soles superposées. Un agitateur mécanique brasse la matière et la fait passer successivement de chaque sole à la suivante. Le minerai est desséché sur la sole supérieure, grillé sur la suivante, et reçoit enfin le coup de feu sur la troisième.

Le four O'Hara comporte seulement deux soles, à voûte très surbaissée. Le minerai parcourt la première de la périphérie au centre et tombe ensuite sur celle du bas, où il se meut en sens contraire.

Dans le four Denny (fig. 5), le nombre des soles a été augmenté; le dispositif se rapproche donc de celui du four Fauvel. Un arbre vertical *b* mû par l'engrenage *m* et traversant tout l'appareil, porte des bras horizontaux *a* et des râcles *c*. Les gaz chauds, fournis par le foyer *k*, dont la grille se voit en *g*, traversent le four de bas en haut; le minerai, introduit par la trémie *l*, s'écoule de haut en bas; pour produire ce mouvement, on ouvre, à intervalles réguliers, les registres des différentes soles. Ce four donne un grillage très régulier, mais l'usure des pièces métalliques est rapide et, par suite, les frais d'entretien sont élevés.

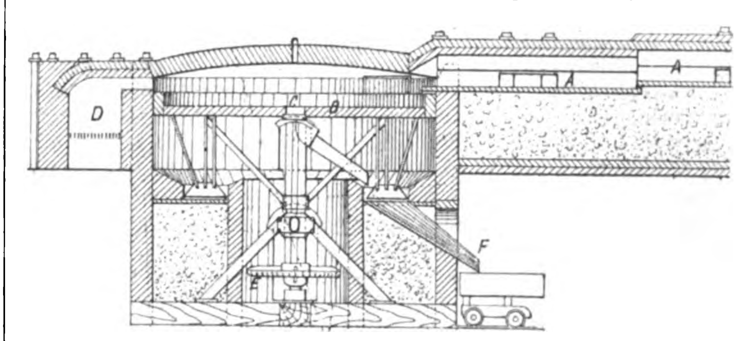

Fig. 5. — Four à chute, système Denny.

Le four Pearce ou four « tourelle » est plus simple; il n'a qu'une sole, de forme circulaire, chauffée par deux foyers diamétralement opposés. Une colonne verticale, tournant au centre de la sole, porte des bras creux en fer, qui livrent passage à l'air, et des lames métalliques, qui brassent le minerai, amené par un appareil de chargement latéral; les matières tombent ensuite dans une fosse placée au-dessous. Ce système d'introduction de l'air a l'avantage de refroidir les pièces métalliques. En agissant sur le tirage, l'arrivée de l'air, la vitesse de rotation des bras, le chauffage, on peut, dans cet appareil, comme dans le précédent, faire varier le degré de grillage. Ce four convient donc très bien aux exploitations qui traitent des matières de composition variable.

4° *Fours à sole tournante.* — Contrairement à ce qui a lieu dans les appareils précédents, on peut faire tourner la sole du four et l'appareil de râblage reste fixe.

Le four Brunton, employé depuis longtemps en Cornouaille, est un four à réverbère dont la sole, circulaire et légèrement convexe, tourne lentement. Le minerai, qui est amené automatiquement au centre, est brassé par des lames de fer verticales, fixées à la voûte, et s'écoule par la périphérie, entraîné par la pesanteur. Cet appareil est peu économique.

En Californie, on emploie quelquefois un four du même genre, associé avec un four à réverbère ordinaire (fig. 6). Les gaz chauds


Fig. 6. — Sole tournante californienne.

du foyer D traversent successivement la sole tournante B et les deux soles fixes AA du réverbère ordinaire. La sole B, actionnée par l'engrenage E, placé au-dessous d'elle, fait un tour par minute. Le minerai traverse d'abord les deux soles AA, puis B, et s'écoule par l'orifice central C, pour tomber dans les wagonets F. Ce four peut servir pour les concentrés riches en plomb et en antimoine comme pour les sulphurets ordinaires.

Le four Serjeant et Fludet (fig. 7 à 10), employé depuis quelques années en Australie, a l'avantage d'utiliser les sous-produits, au lieu de

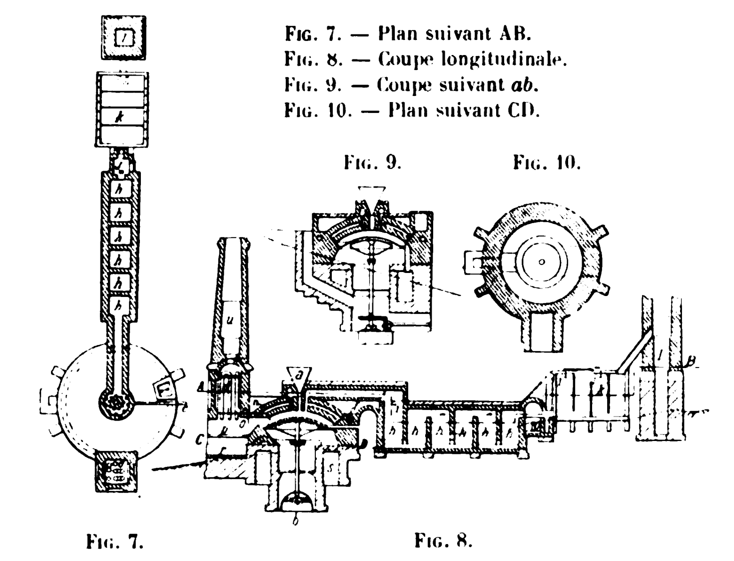


Fig. 7 à 10. — Plans et coupes du four Serjeant et Fludet.

les laisser se répandre dans l'atmosphère, qu'il rendent malsaine. L'arsenic est recueilli sous forme d'acide arsénieux; le gaz sulfureux est dirigé dans des chambres de plomb et transformé en acide sulfurique.

La sole *m* est circulaire et convexe; elle est mue par l'engrenage *b* et chauffée par le foyer *p*; l'air s'échauffe dans les tubes *d*, placés dans la cheminée *u*, avant de pénétrer dans l'appareil. Les gaz et les poussières traversent les chambres de condensation *hh*, où se dépose l'acide arsénieux, puis les chambres de plomb *k*, où le gaz sulfureux est oxydé; les gaz inutilisés s'échappent par la cheminée *l*. Le minerai, amené automatiquement par la trémie *a*, s'écoule vers la périphérie et tombe dans la fosse *s*. On voit en *j* l'appareil à acide nitrique et en *i* les jets de vapeur.

Le four Serjeant permet de régler exactement le grillage suivant la nature du minerai. Il a l'inconvénient d'absorber trop de force motrice.

Comparaison des divers systèmes de fours. — Les exploitations se trouvant fréquemment dans des conditions différentes, on comprend qu'un grand nombre de systèmes de fours soient encore en usage et qu'aucun d'eux ne puisse convenir absolument à tous les cas. Ainsi il faut tenir compte de la proportion de soufre, d'arsenic, etc.; il faut aussi pulvériser le minerai plus ou moins finement, suivant la nature du traitement ultérieur. Enfin beaucoup d'usines n'ont pas une production quotidienne suffisante pour alimenter un four perfectionné, dont le prix d'établissement est souvent fort élevé; ainsi, un four Pearce, de 11 mètres de diamètre, revient à 25 000 francs.

Les fours à cuve conviennent surtout aux sulphurets purs qui peuvent être broyés finement. Ceux qui ne peuvent subir qu'un

broyage grossier et les minerais modérément riches en soufre sont traités plutôt dans les fours tournants. Enfin les fours à sole fixe et à râblage mécanique sont surtout avantageux pour le grillage doux.

Chloruration et bromuration. — CHLORURATION. — On sait que certains minerais ou matières aurifères ne fournissent, par amalgamation, qu'une partie du métal précieux qu'ils renferment; ce sont les minerais réfractaires (*rebellious* ou *refractory ores*), parmi lesquels se placent les concentrés, les sulphurets et les tailings. Autrefois, ces minerais étaient toujours traités par chloruration; on leur applique souvent aujourd'hui le procédé au cyanure de potassium, de Mac-Arthur et Forrest. La méthode au chlore n'a cependant pas été abandonnée; elle a même reçu des perfectionnements récents, que nous résumerons, d'après M. L. Godshall [1]. Trois cas peuvent se présenter :

1° Les minerais contenant peu ou pas d'or en grains volumineux peuvent être chlorurés sans avoir été préalablement soumis à l'amalgamation ni à la concentration. On commence seulement par les griller et les broyer à sec.

Certains minerais peuvent aussi être chlorurés au sortir de la mine: il suffit de les soumettre d'abord à un broyage humide, ce qui supprime les frais de séchage et de broyage sec. Ce dernier cas est assez rare; il se rencontre néanmoins dans les gisements supérieurs de Cripple Creek, au Colorado; le premier se présente aux Black Hills (South Dakota).

2° Les matières enrichies par lavage et désignées sous le nom de concentrés peuvent être traitées aussi par chloruration; lorsqu'elles renferment de l'or libre, on les soumet à l'amalgamation avant ou après la concentration. La chloruration est ainsi utilisée notamment dans la Caroline, dans quelques gisements de Californie et à Treadwell (Alaska).

3° La chloruration peut enfin s'appliquer au traitement simultané des concentrés et des tailings; ces derniers peuvent seuls être chlorurés sans traitement préalable.

Essai des minerais. — Il convient toujours de déterminer, par des essais préalables, les diverses conditions du traitement auquel doit être soumis un minerai donné; le temps consacré à ces recherches de laboratoire ne doit pas être regretté, car les matières extraites d'une même mine, et souvent d'un même district, présentent à peu près la même composition et peuvent être soumises, par conséquent, à un traitement uniforme, qu'il suffit de régler une fois pour toutes.

Pour la chloruration, M. Godshall recommande la méthode suivante d'essai sous pression. Dans une bouteille en verre très épais, on introduit 100 à 150 grammes de minerai et l'on verse de l'eau jusqu'à 1 centimètre au-dessus. On ajoute ensuite 7 à 9 grammes de chlorure de chaux récemment préparé, suivant le titre, et 10 centimètres cubes d'acide chlorhydrique. On ferme avec un bouchon de caoutchouc, qu'on fixe solidement à l'aide d'une bride. On agite ensuite le mélange. Si l'on fait un certain nombre d'essais à la fois, on peut disposer les bouteilles sur un support animé d'une rotation lente; dans ce cas, la chloruration est complète en deux ou trois heures. Si l'on ne dispose pas d'un agitateur mécanique, on agite à la main, à intervalles rapprochés, pendant quatre ou cinq heures, puis on laisse reposer une nuit entière. L'or se dissout d'autant plus vite qu'il est en paillettes plus fines.

Lorsque l'action du chlore est terminée, on lave le minerai en décantant à plusieurs reprises, jusqu'à ce que le liquide ne contienne plus la moindre trace de chlorure d'or, puis on sèche le résidu et on l'essaie.

Pour les minerais qui doivent subir un grillage préliminaire, on prélève un échantillon moyen, qu'on passe au tamis n° 80 [2] et qu'on essaie. On prend d'autre part deux échantillons de minerai de 75 grammes, et on les grille simultanément dans le même moufle, en chauffant graduellement du rouge sombre au rouge vif, comme pour les grillages oxydants ordinaires. L'opération est généralement terminée après une ou deux heures. On laisse refroidir, on détermine la perte de poids de chaque échantillon, puis on les essaie pour déterminer la perte par volatilisation; on chlorure ensuite comme d'ordinaire et l'on essaie les tailings comme plus haut. Cet essai fait connaître s'il est avantageux de chlorurer le minerai après un grillage oxydant.

Pour déterminer le degré de finesse convenable, on essaye successivement des échantillons passés aux divers tamis. En général, les minerais qui se présentent en grains très denses et très serrés ou qui contiennent l'or associé avec des cristaux microscopiques de pyrite, exigent un broyage fin. Il n'en est pas de même des minerais poreux ou qui peuvent être rendus tels par grillage.

Il importe de déterminer aussi la température à laquelle il convient d'effectuer le grillage. Il suffit généralement d'essayer trois échantillons, tamisés au degré de finesse convenable. On chauffe graduellement le premier du rouge sombre au rouge vif et le second du rouge cerise au rouge vif; le troisième est porté directement et maintenu à cette température; l'opération dure deux heures. On détermine alors la perte de poids de chaque échantillon et l'on cherche s'il y a eu de l'or entraîné par volatilisation. On chlorure ensuite et on essaye les tailings. On mesure enfin la durée qu'il convient de donner au grillage en grillant divers échantillons pendant des temps de plus en plus longs, les chlorurant ensuite et essayant les tailings.

Les minerais qui renferment une grande quantité d'oxydes ou de sulfates de zinc, de magnésium, de calcium, de cuivre, etc., ne peuvent être traités avantageusement par le chlore même après un grillage oxydant parfait, car ces métaux s'emparent de ce gaz à mesure qu'il se dégage; on serait alors obligé d'employer une très forte proportion de produits chimiques pour avoir un excès de chlore ou de brome, excès qui est nécessaire au bon succès du traitement. On évite cet inconvénient en ajoutant au minerai, pendant le grillage, et généralement un peu avant la fin de cette opération, une certaine quantité de sel marin. Pour le grillage chlorurant, comme pour le grillage oxydant, il convient encore de déterminer le degré de finesse, la température et la durée du grillage, la proportion de sel à ajouter et la température à laquelle doit se faire cette addition.

TRAITEMENT AU CHLORE. — Il y a des minerais qu'on ne peut enrichir par concentration et qu'on est obligé de chlorurer, soit à l'état brut, soit après grillage. Cette sorte de minerais ne donne généralement par la chloruration qu'un rendement assez médiocre. Cependant, d'après MM. John E. Rothwell et Langguth, la *Golden Reward C°* obtient, aux Blacks Hills (South Dakota), de très bons résultats dans ces conditions.

Après broyage et séchage, le minerai est passé aux tamis n° 8 ou n° 10, afin d'obtenir un produit bien uniforme, puis grillé dans les fours Howell et White et introduit, par charges de 4 à 5 tonnes, dans des barils doublés de plomb. On ajoute le chlorure de chaux et l'acide, puis on fait tourner lentement pendant une heure et demie. Un filtre placé dans le baril sépare ensuite grossièrement la solution du minerai, sous l'action d'un courant d'air comprimé. On reçoit le liquide dans des cuves de précipitation, précédées quelquefois de bacs, où se déposent les boues fines entraînées.

On traite la solution aurifère par l'acide sulfureux, pour enlever l'excès de chlore libre, puis par l'acide sulfhydrique, qui précipite le métal précieux. On passe enfin le sulfure au filtre-presse, on le sèche, on le grille, puis on fond l'or et on le coule en lingots.

BROMURATION. — De nombreux essais comparatifs ont montré que cette méthode donne de meilleurs résultats que la chloruration. En outre, l'acide sulfurique introduit dans les barils, pour produire le chlore, a l'inconvénient de ronger rapidement les filtres-presses. Enfin, la dépense n'est pas généralement plus grande. Ainsi, aux usines de Rapid City, on emploie, par tonne de minerai, moins de 500 grammes de brome qui revient à 2 francs le kilogramme, tandis qu'au même lieu, le traitement au chlore coûte au moins 1 franc par tonne, pour un minerai parfaitement grillé. Les essais se font comme pour la chloruration, mais avec de l'eau saturée de brome.

PROCÉDÉ AU CHLORURE DE BROME. — D'après l'*Australasian Ironmonger* le Dr Gaze a fait breveter récemment, en Nouvelle-Zélande, un procédé dans lequel il dissout l'or au moyen du chlorure de brome.

Le dissolvant est préparé par l'action du courant électrique. Une cuve de 0m 90 de diamètre sur 0m 60 de hauteur reçoit un mélange de chlorure et de bromure de sodium et un certain nombre de vases poreux remplis d'eau pure. Dans la cuve et dans les vases plongent deux séries de baguettes de charbon, reliées aux deux pôles d'une puissante dynamo.

L'appareil est fermé par un couvercle.

Le chlore et le brome résultant de l'électrolyse, se combinent immédiatement, et le composé est recueilli dans un récipient placé au-dessous de la cuve.

Pour traiter le minerai, on le recouvre complètement de la solution ainsi obtenue et l'on fait arriver de l'air comprimé à 3 ou 4 atmosphères. On filtre par aspiration et on dirige la liqueur dans une cuve où l'on précipite l'or par électrolyse.

La liqueur peut servir plusieurs fois; mais, comme elle se charge d'acides chlorhydrique et bromhydrique, on la régénère en neutralisant par la soude et la soumettant de nouveau à l'action du courant électrique.

PROCÉDÉ AU BROME ET AU CYANURE DE POTASSIUM. — M. C. A. Mulholland a fait connaître récemment [1] un procédé, qui n'a pas encore été réellement appliqué dans la pratique, mais seulement expérimenté sur des concentrés, des tailings et des slimes de la *Wentwork Proprietary C°*. L'extraction s'élèverait, dit-on, à 90 %.

Ce procédé consiste à faire agir à la fois le brome et le cyanure de potassium en présence de l'air comprimé. Le brome décompose le cyanure pour donner du bromate; le cyanogène mis en liberté s'em-

(1) *Engineering and Mining Journal*, LVII, n° 1.

(2) Les numéros des tamis indiquent le nombre de mailles par pouce (2.5 centimètres) courant.

(1) *Australian Mining Standard*, 13 avril 1895.



pare de l'or et le cyanure ainsi formé se dissout dans le cyanure de potassium. La réaction peut être représentée approximativement par la formule suivante :

$$4Au + 2Br + 8KCAz + 7O + H^2O = 2BrO^3K + 4KAu(CAz)^2 + 2KOH.$$

Il est bon de ne pas employer un excès de brome, qui donnerait du bromure de potassium et de l'acide cyanhydrique ; on peut, du reste, éviter la perte d'acide en ajoutant de la chaux ou de la soude caustique. Il paraît avantageux d'ajouter le brome en même temps qu'on fait arriver l'air comprimé : le rendement est meilleur et la filtration se fait plus vite.

On précipite l'or par le zinc, puis on récupère le brome en évaporant la solution et traitant par l'acide chlorhydrique. Le brome se dégage et va se condenser dans un récipient spécial. Les pertes peuvent être, dit-on, extrêmement faibles.

Ce procédé semble devoir présenter plusieurs avantages : il exigerait moins de cyanure de potassium que la méthode Mac-Arthur; la dissolution se ferait plus rapidement et l'extraction serait plus complète.

D'après M. J. Wells [1], le procédé Mulholland diffère du procédé plus ancien de M. Sulman seulement par ce fait que l'on fait agir le brome et le cyanogène tandis que, dans la méthode Sulman, on prépare d'avance le bromure de cyanogène. M. Wells pense que le procédé Mulholland donnerait des pertes considérables, par suite de la décomposition du cyanure. Dans le procédé Sulman, on régénère le brome en évaporant la solution et la traitant par le bioxyde de manganèse et l'acide sulfurique.

Comparaison et choix d'un procédé. — Toutes les méthodes par voie humide, brevetées dans ces deux ou trois dernières années, sont des modifications des traitements par le chlore ou par le cyanogène.

La cyanuration convient surtout lorsque le minerai n'exige pas de grillage préalable, lorsqu'il est d'une nature plutôt basique, ou lorsque l'or qu'il renferme n'est pas associé trop intimement avec des matières pyriteuses.

La chloruration peut être employée dans tous les cas, sauf lorsque le minerai renferme une grande quantité de plomb ou de carbonates décomposables par les acides. L'application de ce procédé est plus simple et n'exige pas de connaissances chimiques.

Fusion et affinage de l'or. — Dans une étude récente, M. H. Van Furman [2] passe en revue les procédés actuellement employés pour la fusion et l'affinage de l'or.

Fusion. — L'appareil de fusion se compose ordinairement d'un four à vent, chauffé au charbon de bois, au coke, ou même au gaz. Le premier combustible est souvent le plus avantageux ; le dernier convient aux opérations importantes, il permet de contrôler et de régler plus facilement la température. L'or brut est placé dans un creuset en graphite, en sable ou en terre réfractaires, qu'il est bon d'entourer d'un second creuset en graphite, pour éviter les pertes en cas de rupture du creuset intérieur. Ce dernier contient un agitateur en graphite, légèrement recourbé et aplati à l'extrémité, pour faciliter l'enlèvement des scories.

On chauffe le tout lentement jusqu'au rouge vif avant d'y introduire l'or, que l'on recouvre d'un couvercle. Lorsque le métal est complètement fondu, sa surface, s'il est pur, doit être parfaitement brillante. Dans ce cas, on retire le creuset du feu et l'on coule immédiatement le contenu dans une lingotière en fer, chauffée préalablement et graissée à la cire ; on remplit incomplètement, pour éviter les pertes. On couvre le moule pendant le refroidissement, puis on plonge le lingot solidifié dans un bain d'acide sulfurique ou quelquefois d'acide nitrique, étendu. Ce décapage suffit généralement pour donner au métal un bel aspect. Cependant, si la surface présente des irisations dues à des traces de sulfures, on peut les enlever par un lavage au cyanure de potassium dilué. On lave ensuite le métal, puis on le martèle et on le lave de nouveau, pour le séparer des scories adhérentes.

Affinage. — Lorsque le métal fondu n'offre pas une surface parfaitement brillante, c'est qu'il contient des impuretés et il est nécessaire de le soumettre à l'affinage. Cette opération peut se faire *au creuset* ou *par coupellation*.

Dans la première méthode, on ajoute au métal, rendu liquide comme nous venons de l'indiquer, des fondants convenables pour éliminer les impuretés. La scorie ainsi formée est enlevée au moyen de l'agitateur en graphite.

Le plomb, en petite quantité, peut être chassé par l'oxyde de cuivre, mais le cuivre se retrouve dans le métal précieux, ce qui est souvent un inconvénient. Le plomb peut encore être scorifié en projetant à la surface du bain, de temps en temps, un peu de nitre en poudre ; l'addition d'un peu de borax rend la scorie plus épaisse et plus facile à séparer. A mesure que la couche superficielle d'oxyde s'amincit, on voit apparaître des irisations, puis des lignes brillantes qui s'entrecroisent ; lorsque ces lignes disparaissent, on peut couler le métal précieux.

Si l'or renferme beaucoup de plomb, la méthode précédente devient fort longue. Dans ce cas, on préfère quelquefois projeter dans la masse de petits morceaux de chlorure mercurique. La décomposition de ce sel dégage du chlore, qui s'empare des métaux étrangers. Lorsqu'on se sert de ce procédé, il faut installer le creuset dans une cheminée possédant un excellent tirage, afin d'éviter l'action des vapeurs toxiques. Pour se soustraire à ce danger, on remplace parfois le sublimé par le sel ammoniac, dont l'action est bien moins énergique et moins rapide. A l'Hôtel des monnaies d'Australie, on emploie simplement un courant de chlore.

L'arsenic et le soufre peuvent être éliminés comme le plomb ; cependant, si ce dernier métalloïde est assez abondant, il vaut mieux introduire dans le métal fondu de petites lames de fer. Ce dernier métal décompose les sulfures en donnant une matte qui monte à la surface du bain. Après l'opération, toutes les scories sont fondues avec du borax, pour en extraire l'or entraîné mécaniquement. L'or brut ainsi recueilli est soumis de nouveau à l'affinage ordinaire ; la scorie est définitivement rejetée.

Le sable est scorifié par le borax ou par un mélange de borax et de bicarbonate de sodium : ce mélange est aussi employé pour le fer. Les autres impuretés sont enlevées par le nitre et le borax. Il est bon de ne pas substituer au nitre l'azotate de sodium, car ce dernier sel contient souvent du chlorure, qui peut occasionner des pertes par volatilisation, dans le cas où le métal contient une grande quantité d'argent.

L'affinage par coupellation doit être préféré, toutes les fois que l'or renferme une forte proportion de plomb, d'arsenic, de soufre, etc. On obtient une bonne coupelle en sciant le fond d'un creuset ordinaire en graphite ; on y dame fortement de la cendre d'os et l'on réserve une cavité centrale. Cet appareil étant porté au rouge dans un bon four à vent chauffé au charbon de bois, on y place le métal avec une quantité suffisante de plomb ; on ferme le four et l'on rend le tirage aussi actif que possible. Dès qu'il se dégage des fumées d'oxyde de plomb, on enlève le couvercle et on abandonne l'opération à elle-même ; il suffit que l'or ne se solidifie pas avant la disparition complète du plomb. Si cet accident se produisait, il serait facile d'y remédier en achevant de chasser les impuretés par un simple affinage au creuset.

Julien Lefèvre,
Docteur ès Sciences physiques.

CONSTRUCTIONS CIVILES

LA FABRICATION DU CIMENT DE LAITIER
à l'usine de Vitry-le-François.

L'usage du ciment de laitier se répandant de plus en plus dans la construction et les grands travaux publics, il nous paraît intéressant de donner quelques nouveaux détails sur la fabrication de ce précieux produit [1]. On sait que cette fabrication, d'origine relativement récente, après avoir pris naissance en Suisse, est maintenant mise en œuvre dans divers pays et notamment en France, en Allemagne et en Belgique. Les *Nouvelles Annales de la Construction* viennent de publier une description détaillée d'une des usines de ciment de laitier les plus récentes et les plus perfectionnées, celle installée à Vitry-le-François ; nous nous proposons d'en donner ici un résumé, en nous bornant, toutefois, à indiquer la suite des opérations effectuées à cette usine.

La fabrication du ciment de laitier comprend deux parties distinctes : la fabrication du sable de laitier et son mélange avec la chaux.

1° *Fabrication du sable de laitier.* — Le laitier employé provient des hauts fourneaux de Pont-à-Mousson et convient parfaitement à cet usage car il est calcique, d'allure chaude et de plus très régulier. Sa composition moyenne est d'environ :

Alumine	22
Silice	32
Chaux	42
Oxydes de fer, magnésie et divers	4
	100

On a remarqué que les laitiers noirs, c'est-à-dire contenant une forte proportion d'oxydes métalliques, ne conviennent pas à la fabrication du ciment. Quant à son état physique, le laitier est d'autant meilleur qu'il a été refroidi plus brusquement, ce qui est également le cas des matières pouzzolaniques, ou laves vitrifiées, brusquement refroidies au contact de l'air. Tout en étant très basique, le laitier ne doit cependant pas être fusant, c'est-à-dire que le silico-aluminate qui le constitue ne doit pas contenir de chaux en excès, car alors il sur-

(1) *Engineering and Mining Journal*, 8 juin 1895 ; New-York.
(2) *The School of Mines Quarterly*, XVI, n° 1 ; New-York.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. VIII, n° 1, p. 6 ; t. XII, n° 25, p. 389 et t. XVII, n° 10, p. 150.

nage et se trouve expulsé du fourneau avant que la température ait atteint un degré suffisant pour en développer les qualités pouzzolaniques.

Pour produire le brusque refroidissement du laitier, à sa sortie du haut fourneau, on lui injecte, aussi près que possible de la tuyère, un excès d'eau sous pression qui l'entraîne dans un bac en maçonnerie où il se dépose sous forme de sable granuleux. On enlève le sable ainsi obtenu après chaque coulée, en rejetant le commencement et la fin de l'opération, et on le charge dans des péniches qui le transportent à Vitry. Le laitier des hauts fourneaux à allure constante n'est pas utilisé parce qu'il leur manque le coup de feu qui les maintient en allure chaude.

A son arrivée à Vitry, le sable de laitier doit d'abord être desséché car, par suite de la granulation, il contient environ 9 % d'eau. A cet effet, il est réparti dans des étuves ou séchoirs à tablettes par un transporteur qui le distribue automatiquement et qui est constitué par une sorte de vis métallique dont la partie centrale est évidée pour empêcher l'engorgement par accumulation des matières qui pourraient s'élever jusqu'aux paliers de l'arbre de la vis et les faire gripper.

Chaque étuve se compose de quatre séries de planchettes en tôle superposées (fig. 1 et 2), inclinées en sens inverse et fixées par les bords à quatre montants verticaux qui encadrent ainsi un espace clos, sorte de cheminée dans laquelle s'élèvent les gaz de la chauffe. Chaque face de l'appareil comporte dix planchettes étagées sur 7 mètres de hauteur. La partie centrale étant fermée vers le haut, les gaz produits par un chauffage au coke métallurgique ordinaire, circulent lentement en échauffant les couches du laitier qui descend de lui-même au fur et à mesure que l'on dégarnit au bas le tas déjà séché. On obtient ainsi un séchage parfait, car d'une planchette à l'autre le sable se retourne. A la sortie de l'appareil, le sable a encore une température de 150°, après avoir été porté à l'intérieur à 600 ou 700°.

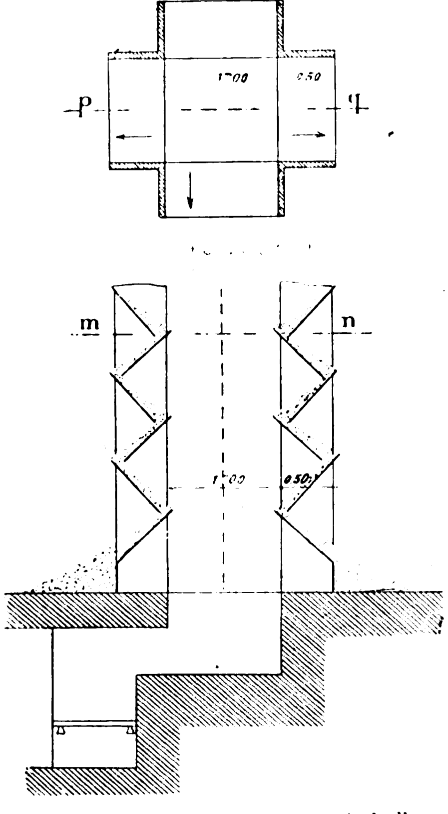


FIG. 1 et 2. — Coupes horizontale et verticale d'une étuve pour le séchage du sable de laitier.

Le laitier étuvé est ensuite déversé, à l'aide de brouettes en tôle, dans la cuve d'une chaîne à godets qui le transporte à la partie supérieure de l'atelier de broyage qui est contigu. Ce laitier est d'abord déposé dans un crible mécanique, qui sépare les scories et autres corps étrangers, puis il est réparti par des conduits dans six broyeurs de divers systèmes.

A la sortie des broyeurs, le laitier pulvérisé est repris par des chaînes à godets et bluté avec soin. On obtient ainsi une farine grisâtre extrêmement fine et onctueuse au toucher; c'est la farine de laitier qu'il ne reste plus qu'à mélanger intimement avec de la chaux en proportion déterminée pour avoir le ciment de laitier proprement dit.

2° *Mélange du laitier et de la chaux.* — Ce mélange est effectué dans cinq mélangeurs spéciaux constitués par des cylindres en tôle d'acier tournant autour de leur axe horizontal et contenant chacun 1 600 kilogrammes de billes en fonte spéciale; leur production est de 1 100 kilogr. de ciment en 80 minutes de travail.

Pour obtenir un mélange contenant des proportions absolument constantes de chaux et de farine de laitier, les ouvriers chargés de faire les pesées sont payés à l'heure et non aux pièces, comme les autres ouvriers de l'usine, de sorte qu'il n'ont aucun intérêt à falsifier ces pesées. Il y a également grand intérêt, au point de vue des produits obtenus, à ce que la trituration du mélange ait toujours la même durée : pour éviter que les ouvriers mélangeurs, qui sont payés aux pièces, soient tentés d'abréger cette durée de trituration, on a installé des appareils de contrôle qui rendent toute fraude impossible.

A la sortie des mélangeurs, le ciment se déverse dans un vaste entonnoir en tôle, fermé à la partie inférieure par un obturateur qui sert à la mise en sacs.

La chaux employée pour faire le mélange est fabriquée à l'usine même de Vitry; c'est une chaux dont le degré d'hydraulicité se maintient entre 0,32 et 0,35.

FABRICATION DES BRIQUES DE LAITIER ET DE TUYAU DE CIMENT. — L'usine de Vitry fabrique, en outre, des briques et des tuyaux en ciment de laitier.

Les briques sont constituées par un mélange de chaux grasse et de laitier dans la proportion de 60 litres de chaux pour 250 à 300 litres de laitier. Ce mélange est malaxé avec la quantité d'eau nécessaire pour donner une pâte ferme, puis aggloméré dans des presses à main ou à vapeur. Les briques dites de parement sont composées d'un mélange de ciment et de sable siliceux.

Les briques de laitier sont surtout appréciées pour les fondations ou soubassements car elles n'y subissent aucune altération. Elles peuvent également être employées pour pavages des cours et trottoirs et pour constructions économiques.

La fabrication des tuyaux est faite avec du ciment de laitier et du sable siliceux de la Moselle. On emploie 500 kilogr. par mètre cube de sable, et le mortier obtenu dans des malaxeurs est pilonné avec une batte en fer dans des moules en tôle d'acier. On démoule aussitôt que le moulage est terminé et, après trois jours de séchage, les tuyaux sont immergés dans un bassin pendant 24 heures. Ils séjournent ensuite pendant 3 ou 4 mois dans le parc de l'usine avant d'être livrés à la consommation.

Ces tuyaux durcissent à l'humidité et ne donnent aucun goût à l'eau, de sorte qu'ils peuvent être employés concurremment avec les tuyaux en fonte ou en grès.

En résumé, le ciment de laitier semble pouvoir rivaliser comme qualité avec les meilleurs portlands dans les travaux hydrauliques. Mélangé avec la chaux il en améliore sensiblement la qualité et en accélère la prise; on l'emploie encore pour mortiers et bétons, pour chapes de dallage et enduits à l'air, en ayant soin, dans ce dernier cas, de tenir les travaux à l'humidité pendant quelques jours. Il résulterait des essais faits sur des éprouvettes en ciment de Vitry que la résistance à l'arrachement peut atteindre 49 kilogr. par centimètre carré au bout d'un an de prise.

Quoi qu'il en soit de l'avenir du ciment dont nous venons de parler, on peut dire que cette utilisation des laitiers a résolu un problème du plus haut intérêt pour les usines à fonte qui devaient acheter d'immenses terrains pour les crassiers ou dépôts des laitiers qu'elles produisent en grande quantité.

MÉCANIQUE

ORIGINE ET DÉVELOPPEMENT DE LA TRANSMISSION FUNICULAIRE

L'usage de la transmission funiculaire a pris naissance en Angleterre, il y a une quarantaine d'années seulement.

On avait été frappé du grand avantage obtenu, au point de vue du rendement, par l'emploi de câbles ronds passant dans des poulies à gorge en forme de V. Pour déterminer l'angle le plus avantageux à donner aux joues de ces gorges, on eut recours à l'emploi d'un volant fixé sur un arbre tournant et portant des gorges d'angles différents. Des câbles passant dans ces gorges, et équilibrés à leurs deux extrémités au moyen de poids variables, permirent finalement de reconnaître que l'angle de 45° était le plus favorable pour obtenir le maximum d'adhérence sans permettre toutefois au câble de s'engager.

Ce n'est qu'en 1863 que la transmission funiculaire fut employée à transmettre une force de quelque importance (200 chevaux environ).

Nous empruntons au journal anglais *Engineering* quelques renseignements relatifs à ce mode de transmission.

Matières employées pour la fabrication des câbles. — Primitivement, les câbles ronds étaient généralement composés de lanières de cuir; ils présentaient l'inconvénient de se détordre facilement et, de plus, l'extrémité des lanières pouvait, en se soulevant, nuire à la régularité de la marche. En outre, comme ces lanières étaient découpées en spirale, les parties prises sur les bords de la peau manquaient d'épaisseur et se rompaient facilement. Les câbles en chanvre de Manille furent alors essayés avec succès et se substituèrent peu à peu aux câbles en cuir.

Diamètres relatifs des câbles et des poulies. — Le tableau ci-dessous indique la relation qu'il convient d'observer entre les diamètres des câbles et ceux des poulies d'enroulement, afin d'obtenir le rendement maximum :

Diamètre des câbles	0m035	0m040	0m045	0m050
Diamètre des poulies . . .	1m »	1m33	1m66	2m »

On voit que ce rapport varie entre $^1/_{30}$ et $^1/_{40}$ environ. Au-dessus ou au-dessous de ces proportions, le rendement est notablement diminué.

Force transmise. — Dans les conditions normales de travail, et pour une vitesse de 100 tours par minute, les forces transmises par les câbles sont les suivantes :

Câbles de	0m035	0m040	0m045	0m050
Poulies de	1m »	1m33	1m66	2m »
Force transmise en chevaux.	5 ch.	8 ch.	11 ch.	15 ch.

En faisant varier le diamètre des poulies la force transmise var'e également, en raison directe du diamètre.

Dans les conditions de travail les plus favorables, par exemple, quand les câbles tournent horizontalement, à de bonnes vitesses, et avec des poulies convenablement espacées, les évaluations ci-dessus peuvent être augmentées avec certitude de 20 à 25 %. En revanche, il faut les réduire dans les mêmes proportions quand on se trouve dans des conditions défavorables, comme, par exemple, avec des poulies trop rapprochées ou des câbles marchant verticalement. Il faut, d'ailleurs, dans chaque cas particulier, tenir compte des conditions de travail des câbles, pour apprécier dans quelles limites peuvent varier les bases ci-dessus.

Vitesse des câbles. — La vitesse primitivement adoptée comme la plus avantageuse était d'environ 1 100 mètres par minute. Elle a été de beaucoup dépassée depuis en maintes circonstances, mais il reste à savoir jusqu'à quel point cette augmentation de vitesse a été avantageuse au point de vue de l'accroissement de puissance.

Or, si on tient compte de la perte de puissance due à l'accroissement de la résistance atmosphérique et de la force centrifuge, on s'aperçoit que le gain obtenu en augmentant la vitesse se trouve largement compensé. Quand on considère, en outre, l'augmentation dans l'usure des coussinets et dans la rupture des câbles, on reconnaît qu'il y a avantage à s'en tenir à la vitesse primitivement adoptée.

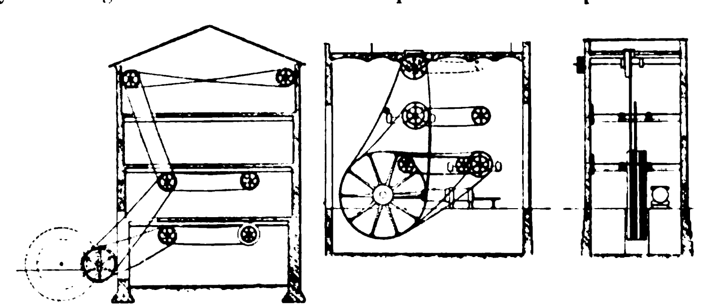


Fig. 1. — Câble conducteur transmettant 600 chevaux.

Fig. 2. — Câble conducteur appliqué à un volant.

La figure 1 montre l'application d'un câble à la transmission de la force de l'arbre moteur aux arbres intermédiaires et de là à une série d'arbres divers. La force transmise est de 600 chevaux.

La figure 2 montre un des plus récents exemples de transmission funiculaire au moyen du volant même de la machine.

Câbles en coton. — Employés dans les régions où prédomine l'industrie cotonnière, les cables en coton présentent sur les câbles en manille, surtout lorsque ceux-ci sont neufs, de grands avantages au point de vue de la flexibilité.

On a souvent discuté les mérites relatifs des câbles en coton et des câbles en manille ; les uns et les autres donnent de bons résultats lorsqu'ils sont judicieusement employés.

Arbres non parallèles. — Un des principaux avantages de la transmission funiculaire, c'est qu'elle permet l'emploi d'arbres non parallèles. La figure 3 montre la modification à apporter à la section des gorges pour que le frottement ne soit pas plus grand, lorsque les arbres font un angle de 3° environ que lorsqu'ils sont parallèles.

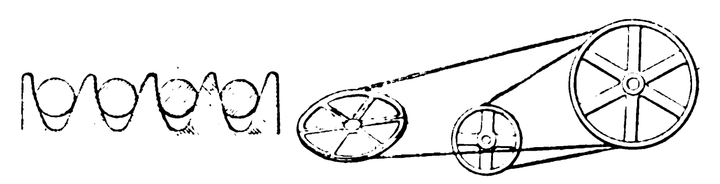


Fig. 3. — Section des gorges employées pour arbres peu inclinés.

Fig. 4. — Câble sans fin avec poulies de tension.

Câbles sans fin pour arbres rapprochés. — En 1878, on employa la transmission funiculaire à des arbres si rapprochés que les câbles, si on les avait employés dans les conditions ordinaires, auraient été trop courts pour transmettre convenablement la force; il eût été difficile, en outre, de leur donner à tous une égale tension.

Pour y remédier, on fit usage d'un câble unique, employé comme l'indique la figure 4. Il était enroulé autour de deux poulies, passant de la première gorge de la poulie conductrice à la première de la poulie conduite, revenait de là à la deuxième gorge de la poulie conductrice, puis à la deuxième de la poulie conduite et ainsi de suite. Une poulie de tension permettait au câble de repasser de la dernière gorge à la première. Les figures 5, 6 et 7 montrent la disposition d'un volant à gorges pour transmettre de grandes vitesses. Les bras en fonte pleine sont remplacés par un fort tendeur en fer passant dans un bras en fonte annulaire.

Cette disposition résiste parfaitement à la force centrifuge développée quand le volant est en mouvement, et aussi au travail propre des deux couronnes dentées placées à droite et à gauche.

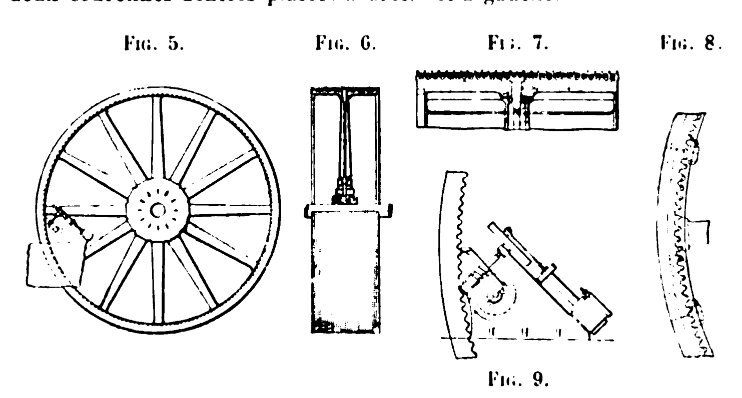


Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9.

Fig. 5, 6, 7 et 8. — Volant à gorges. Fig. 9. — Appareil de mise en train.

L'appareil de mise en train (fig. 8 et 9) comporte trois cliquets au lieu de deux, pour obtenir un mouvement continu au lieu d'un mouvement saccadé.

Câbles croisés. — C'est également vers 1879 qu'on essaya la transmission par câbles croisés ou demi-croisés pour des arbres travaillant à angle droit. Les figures 11 à 15 montrent quelques exemples de ce mode de transmission, ainsi que la section des gorges usitées en pareil cas ;

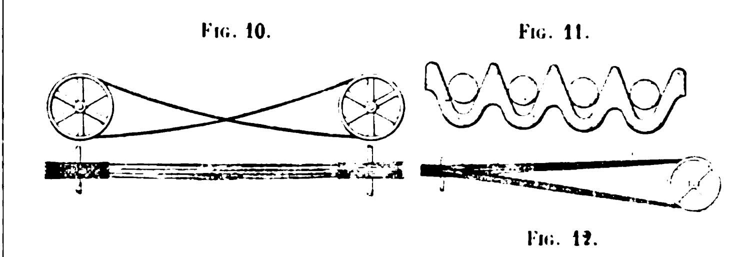


Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12.

figure 11 : section des gorges pour câbles demi-croisés; figure 12 : disposition des câbles demi-croisés; figure 14 : forme des gorges employées

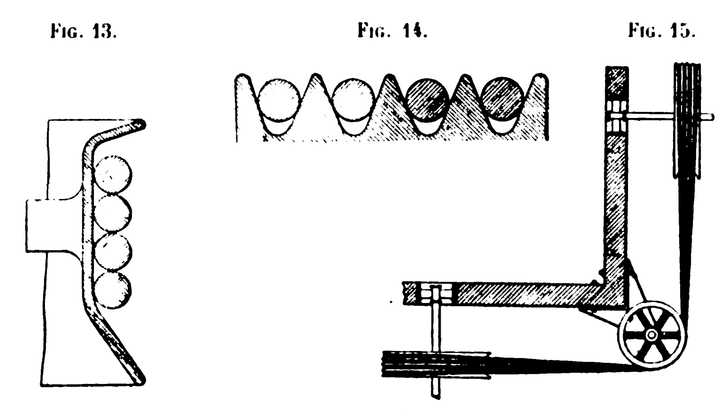


Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15.

Fig. 13, 14, et 15. — Mode de transmission pour des arbres travaillant à angle droit.

en pareil cas ; figure 15 : conduite de deux arbres à angle droit au moyen d'une paire de poulies guides horizontales, à gorge unique, dont la section est représentée fig. 13.

Câbles sans fin avec poulies-guides folles. — La disposition représentée sur la figure 16 fut essayée en 1889. Dans ce cas particulier, le faible écartement des arbres ne permettait pas l'emploi de poulies de tension. Un câble continu était enroulé dans les gorges successives et chaque arbre portait, en outre, une poulie folle additionnelle, pour permettre au câble de repasser de la dernière gorge sur la première. Ces deux poulies étaient d'un diamètre un peu supérieur à celui des poulies fixes pour permettre au câble de passer par dessus sans frottement.

Câbles sans fin conduisant plusieurs poulies. — La figure 17 représente une de ces transmissions, dans laquelle un câble unique et continu conduit, à l'aide d'une poulie commune, plusieurs arbres animés de

vitesses différentes. Une poulie de tension permet au câble d'échapper la dernière gorge et lui assurer la tension voulue.

Les figures 18 et 19 montrent l'application, faite en 1890, d'un câble

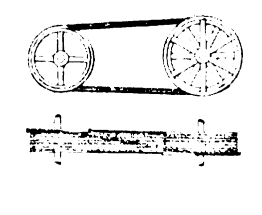


Fig. 16.

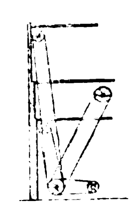


Fig. 17.

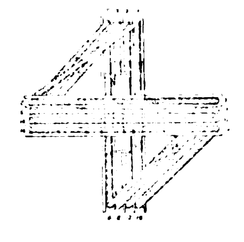


Fig. 18.

unique et continu à une transmission demi-croisée. Ici, le câble, enroulé sur les gorges successives, repasse de la dernière à la première sans l'emploi de poulie-guide ou de tension.

Évaluation du pouvoir absorbé. — Dans bien des cas, des transmissions funiculaires ont été substituées à des transmissions ordinaires déjà existantes et on a constaté que, du moment que la nouvelle transmis-

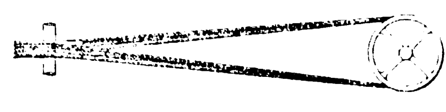


Fig. 19.

sion était convenablement établie, la force totale qu'elle absorbait n'a jamais excédé celle employée par les transmissions antérieures et que, dans la plupart des cas, elle était notablement moindre.

E. M.

TRAMWAYS

LES TRAMWAYS ÉLECTRIQUES

M. Henri Maréchal, Ingénieur des Ponts et Chaussées et du Service municipal de Paris, vient de publier sur les *Tramways électriques* (1) un intéressant ouvrage d'une lecture facile et dont le caractère d'actualité est d'autant plus marqué que beaucoup de villes, même en France, ont entrepris aujourd'hui de substituer la traction électrique à la traction à chevaux.

Nous trouvons dans ce volume nombre d'utiles renseignements; mais, dans l'analyse que nous nous proposons d'en faire ici, nous nous arrêterons seulement aux grandes lignes, renvoyant, pour le détail, à l'ouvrage même de M. Maréchal.

Dispositions générales. — L'auteur étudie, d'abord, les *dispositions générales des tramways électriques :*

Caractéristiques d'un tramway électrique. — Un *tramway électrique* est caractérisé par l'emploi de *moteurs électriques*, généralement placés sous la caisse des voitures et actionnant les essieux soit directement, soit par l'intermédiaire de bielles, de chaines ou d'engrenages.

La puissance du moteur électrique dépend de l'effort de traction à produire et de la vitesse à réaliser. La tendance actuelle est d'employer des moteurs puissants, afin de faciliter les démarrages et de permettre le maintien de la vitesse normale dans les parties les plus accidentées des voies.

Les moteurs les plus employés sont de 20 à 25 chevaux. Si l'on veut disposer d'une puissance plus considérable, on se sert de deux moteurs, à raison d'un par essieu.

Deux moteurs peuvent être aussi nécessaires, quand la voiture doit fonctionner, non seulement comme *automobile*, mais encore comme *voiture motrice*. On accroche alors à l'automobile une ou plusieurs voitures ordinaires et l'on peut ainsi former de véritables trains.

On doit recommander d'être très large dans le choix des moteurs. Il faut, en effet, compter avec un accroissement possible du trafic (accroissement certain, d'ailleurs, quand on substitue la traction mécanique à la traction à chevaux) (2) et avec une surcharge extraordinaire, comme il peut s'en produire à certains moments (fêtes, retour de courses, sortie des ateliers, etc.).

Aux États-Unis, on adopte, généralement, pour une automobile d'hiver de 50 places, 2 moteurs de 25 chevaux. En été, comme la voie est meilleure et que le matériel est plus léger (voitures découvertes), on se contente souvent d'un seul moteur de 25 chevaux.

Un moteur électrique ne peut fonctionner qu'à la condition d'être réuni à une source permanente d'électricité. Si le tramway porte avec lui une batterie d'accumulateurs, l'alimentation se fait très simplement, en réunissant le moteur et la batterie, pôle à pôle. Mais si la source d'électricité est constituée par une ou plusieurs *dynamos* installées dans une usine fixe, comme c'est le cas le plus fréquent, il faut prendre des dispositions spéciales pour que la voiture puisse communiquer, d'une façon continue, pendant sa marche, avec la source d'électricité. A cet effet, on emploie l'une des dispositions que nous allons examiner :

1° *Tramways à conducteur aérien et trolley.* — Le courant produit par l'usine ou station centrale est lancé dans un conducteur en cuivre, en bronze siliceux ou plus rarement en acier, placé au-dessus ou sur le côté des voies. Sur ce conducteur roule un *trolley*, c'est-à-dire une roulette en bronze qui est fixée au bout d'un long bras métallique, monté sur le toit de la voiture. Un puissant ressort tend à ramener ce bras verticalement; il en est empêché par le conducteur sur lequel il vient presser fortement. Par ce contact ainsi établi, le courant entre dans la voiture: il gagne le ou les moteurs par des câbles isolés et sort par les roues.

Dans le système à conducteur aérien, on prend ordinairement les rails comme conducteur de retour pour ramener le courant à l'usine. On s'évite ainsi un second conducteur et un second trolley ; mais il faut prendre des dispositions spéciales pour assurer la continuité du circuit. Dans ce but, on complète les éclissages ordinaires (qui sont exclusivement combinés pour assurer la rigidité des voies), par des *éclissages électriques*, en cuivre étamé. Si le courant est très intense, on adjoint même aux rails un conducteur continu, enfoui dans le sol, et auquel on relie les éclissages électriques.

On ne saurait trop conseiller d'assurer une continuité parfaite du circuit de retour. S'il n'en était pas ainsi, le courant électrique pourrait revenir à l'usine en suivant les conduites d'eau et de gaz et l'on aurait à craindre (du moins avec les courants continus qui sont de beaucoup les plus employés pour la traction des tramways) de graves *actions électrolytiques*.

Les conducteurs aériens, si l'on veut qu'ils n'aient pas un aspect très choquant, ne doivent pas avoir un diamètre supérieur à 8 à 9 millimètres.

La résistance qu'ils offrent au passage du courant est loin d'être négligeable. On sait que, lorsqu'un courant électrique d'intensité I (évaluée en *ampères*) passe dans un conducteur de résistance R (laquelle s'évalue en *ohms*), il se produit une perte de voltage égale à RI.

Pour que, sur une ligne donnée, la tension soit sensiblement constante en tous les points et, d'autre part, pour n'avoir pas à augmenter le diamètre des conducteurs aériens (car la résistance d'un conducteur décroît quand son diamètre augmente), on est conduit, dès que le courant à écouler I est considérable, à alimenter le fil aérien de distance en distance par des *feeders*, conducteurs de gros diamètres qui relient directement à l'usine la section à alimenter. Ces feeders peuvent se placer sur le côté des voies et être constitués par des câbles nus, montés sur isolateurs. Mais, dans la traversée des villes, on exige ordinairement (même aux États-Unis) qu'ils soient cachés sous la chaussée ou sous les trottoirs. Le mieux, alors, est de les constituer par des *câbles armés et isolés*.

Quand le réseau est très chargé, des *feeders de retour* peuvent également être nécessaires. On verra plus loin quelles sont les dispositions à prendre, pour assurer un bon retour du courant.

2° *Tramways à conducteur aérien et archet.* — Ce système, qui est surtout employé en Allemagne, ne diffère du précédent que par le mode de captation du courant. Le trolley est remplacé par un cadre métallique dont le montant supérieur appuie constamment contre le conducteur aérien. Au frottement de roulement on substitue ainsi un frottement de glissement. L'usure produite est certainement plus considérable; mais l'auteur indique plus loin comment on peut atténuer les inconvénients qui en résultent.

L'avantage principal de l'archet, c'est qu'il dispense d'établir les conducteurs aériens parallèlement à l'axe des voies. Aussi, dans les courbes, peut-on substituer aux tracés sensiblement curvilignes qui s'imposent avec le trolley, un tracé formé de longs éléments droits coïncidant avec les côtés d'un polygone inscrit ou circonscrit à la courbe. On diminue ainsi notablement le nombre des haubans tendeurs et des poteaux.

La construction des aiguillages et des croisements se trouve aussi sensiblement facilitée.

3° *Tramways à conducteurs souterrains.* — Dans ce système, les conducteurs qui distribuent le courant sont placés, sur isolateurs, dans un caniveau construit sous la chaussée. Ce caniveau est ouvert suivant une fente longitudinale par laquelle passe la pièce qui doit amener le courant à la voiture.

(1) *Les Tramways électriques*, par Henri Maréchal, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Ingénieur de la 1re section des Travaux de Paris et du secteur municipal d'Électricité. — Un volume in-8° de 204 pages, avec 115 figures dans le texte. — Baudry et Cie, éditeurs, Paris. — Prix, cartonné : 7 fr. 50.

(2) Au Havre, le trafic a augmenté de 70 %, à Lyon, de 43 %.



Les conducteurs étant souterrains, leur diamètre importe peu. Aussi adopte-t-on, le plus souvent, par raison d'économie, des conducteurs en fer auxquels on donne des formes appropriées aux pièces qui doivent les supporter. De même, on peut profiter de l'espace disponible dans le caniveau pour y installer un conducteur de retour. Les actions électrolytiques, dues aux fuites du courant, sont alors complètement évitées.

La prise de courant se fait soit par frottement, soit par roulement. Il faut, avec deux conducteurs, deux frotteurs ou deux trolleys. Le courant, partant du conducteur positif, ou d'aller, va, par un fil isolé, dans la voiture; il traverse le moteur et, par un autre fil isolé, est ramené au conducteur négatif ou de retour.

Avec le caniveau souterrain, il faut évidemment que la rainure soit indéformable. Il est indispensable, en outre, d'assurer une évacuation rapide de l'eau, de la neige et des produits du balayage.

4° *Tramways à conducteurs interrompus établis au niveau du sol.* — Le conducteur servant à la distribution du courant ne peut être établi au niveau du sol qu'autant que l'on a pris des dispositions spéciales pour empêcher toute déperdition de l'électricité. On doit aussi s'occuper de rendre tout contact impossible entre les conducteurs, quand ils sont en charge, et les passants.

A cet effet, le conducteur proprement dit est complètement caché sous la chaussée ou sous les trottoirs. Par une série de branchements, également souterrains, il communique avec des *plots* ou des *pavés* métalliques, isolés, arasés à 1 ou 2 centimètres au-dessus du sol et placés à demeure entre les voies. Sous la voiture un long frotteur est disposé de manière à glisser sur les plots ou les pavés; sa longueur est telle que, lorsqu'il quitte l'une des pièces de contact, il est déjà, par son autre extrémité, sur la pièce suivante.

On conçoit que si, par un artifice quelconque, on met les plots ou les pavés en charge au moment où ils sont couverts par la voiture et à ce moment là seulement, on satisfera à la double condition énoncée plus haut. On arrive à ce résultat à l'aide de *distributeurs* qui sont placés sous chaussée ou sous trottoirs et qui peuvent commander un ou plusieurs contacts.

Dans ce système, le courant fait retour à l'usine par les rails. Mais rien ne serait plus facile, en employant doubles plots ou doubles pavés, que d'envoyer le courant de retour dans un conducteur spécial.

On désigne souvent les tramways à conducteur établi au niveau du sol sous le nom de *tramways à contacts électro-magnétiques.* C'est, en effet, à l'aide d'électro-aimants que les distributeurs mettent les conducteurs en charge au moment voulu; mais il pourrait en être autrement.

5° *Systèmes mixtes.* — On peut, sur une même ligne, adopter telle ou telle combinaison des systèmes que nous venons d'examiner. Ainsi, dans les villes où l'on est absolument hostile au trolley, on emploiera, pour les lignes venant de la banlieue, le fil aérien, jusque dans les faubourgs et l'on marchera au delà avec des conducteurs souterrains. Il suffira de s'arrêter quelques secondes, au point de passage, pour accrocher aux voitures le frotteur ou la roulette qui doit prendre le courant sur les conducteurs souterrains (Washington). On a même combiné des appareils qui se mettent instantanément en place, sans qu'il soit nécessaire d'arrêter la voiture (Berlin).

On pourrait également recourir, dans ce cas, à la traction par accumulateurs, en chargeant ceux-ci extra-muros avec le courant même de la ligne à trolley (Hanovre, Dresde).

De même on peut, en employant simultanément le système à trolley et la traction par accumulateurs, éviter les inconvénients que présentent les conducteurs aériens sur les places, dans les courbes, etc. Soient, par exemple, deux grandes avenues rectilignes se croisant à angle droit. On marchera en alignement droit avec des câbles aériens. Et, pour franchir le coude brusque, formé par les avenues, on se servira d'une petite batterie d'accumulateurs que l'on chargera, avec le courant même de la ligne, dans les autres parties du tracé.

On pourrait aussi, dans des cas analogues, combiner le système des conducteurs aériens avec le système des conducteurs établis au niveau du sol, etc.

COURANTS EMPLOYÉS. — Les courants les plus employés pour la traction des tramways sont les courants continus à 500 volts, avec une distribution à 2 ou à 3 fils. Mais on commence aussi à faire usage des courants polyphasés : à Lugano, en particulier, il existe une distribution par courants triphasés, ensemble de trois courants alternatifs décalés d'un tiers de période.

Trois conducteurs suffisent pour distribuer des courants triphasés. En prenant les rails pour l'un de ces conducteurs, on réduira le nombre des conducteurs à deux.

Si l'on a trois conducteurs parcourus par des courants triphasés de tension efficace E, on doit remarquer que la tension entre l'un quelconque des conducteurs et les deux autres n'est plus E, mais $E\sqrt{3}$. Dans une distribution par courants triphasés, la tension intéressante à connaître est donc $E\sqrt{3}$. A Lugano elle est égale à 400 volts, chiffre qui paraît un peu élevé, étant données les actions physiologiques bien connues des courants alternatifs.

Lorsque l'usine génératrice est éloignée de la ligne de tramways, les pertes de charge subies dans les feeders d'alimentation seraient trop considérables, si on limitait la tension du courant à celle de la distribution. On combine alors l'alimentation des lignes avec un transport de force à haute tension.

ALIMENTATION DES LIGNES PAR UN TRANSPORT DE FORCE. — Les transports de force peuvent s'exécuter soit avec des courants continus, soit avec des courants alternatifs simples ou polyphasés :

1° *Transport de force par courant continu.* — Pour utiliser le courant transporté on se borne, dans ce cas, à abaisser sa tension. Le transformateur se compose d'une dynamo réceptrice actionnant directement une dynamo génératrice produisant du courant continu à 500 volts. On se trouve dans le cas d'une station centrale ordinaire, avec moteurs électriques au lieu de moteurs à vapeur.

2° *Transport de force par courant alternatif.* — Le courant alternatif à haute tension passe d'abord dans des *transformateurs statiques* qui abaissent sa tension, puis dans des *convertisseurs,* appareils constitués par un moteur synchrone et une dynamo à courant continu réunis ordinairement sur le même arbre. Ces convertisseurs produisent du courant continu à 500 volts (Rome).

3° *Transport de force par courants polyphasés.* — Les courants polyphasés se prêtent très bien soit à leur utilisation directe, soit à leur transformation en courants continus.

Dans le premier cas, on n'aura qu'à abaisser leur tension à l'aide de *transformateurs statiques,* de manière à ne distribuer dans le réseau que des courants à 300 à 400 volts (Lugano).

Dans le second, on prendra comme intermédiaire des *transformateurs tournants* qui donneront du courant continu à 500 volts (Nashua).

Le choix à faire entre ces différents systèmes dépend des circonstances locales et des considérations suivantes :

1° Les courants alternatifs à haute tension se produisent plus simplement que les courants continus dont l'action sur les isolants peut être rapidement nuisible;

2° On peut avec des courants alternatifs, simples ou polyphasés, limiter la tension dans l'usine productrice de courant à 200 ou 300 volts et faire passer le courant, avant de le lancer dans la ligne à haute tension, dans des transformateurs statiques, appareils inertes qui élèvent la tension, sans qu'il soit besoin d'exercer sur eux une surveillance continue (Lowel, États-Unis);

3° Si l'on a adopté une distribution par courants polyphasés, l'emploi d'un transport de force par courants polyphasés de même nature s'impose également, puisque de simples transformateurs statiques permettront de passer, du courant transporté par la ligne, au courant distribué dans le réseau.

Les transports de force sont de plus en plus employés pour la traction des tramways. Ils donnent la possibilité d'utiliser, comme stations génératrices, des usines hydrauliques produisant l'énergie à très bas prix. On peut aussi, de cette façon, alimenter avec une même usine plusieurs réseaux voisins, et bénéficier ainsi de l'économie que procure toujours la production en grand de l'énergie électrique.

(A suivre.) Ch. D.

CHEMINS DE FER

LES APPAREILS DE BLOCK-SYSTEM AUTOMATIQUES aux États-Unis.

L'exploitation intensive des réseaux métropolitains et des lignes de banlieue nécessite l'organisation d'un système de signaux rendant impossible la présence de deux trains dans un même canton de voie. Certaines lignes sont cantonnées électriquement, d'autres le sont mécaniquement; mais tant que la sécurité reste subordonnée à l'attention d'un agent, si zélé qu'il soit, on peut dire qu'elle est incomplète. Certains chemins de fer américains sont depuis longtemps pourvus d'appareils de block automatiques, fonctionnant sans autre ingérence de main-d'œuvre que celle que nécessite l'entretien des appareils. Il est plus facile d'assurer le bon fonctionnement de ces appareils que d'obtenir l'attention parfaite du nombreux personnel nécessaire pour la manœuvre des signaux non automatiques.

La question a fait de grands progrès en Amérique, et nous allons, après en avoir fait un court historique, décrire un système qui semble pouvoir être appliqué en toute sécurité, d'après les bons résultats pratiques qu'il a déjà donnés.

Il y a aujourd'hui trente ans que furent installés, sur la ligne de

New-York, New-Haven and Hartford, les premiers signaux électriques automatiques; on n'osait pas alors employer les rails pour la constitution du circuit, qui était formé de fils de cuivre. Ce n'est qu'en 1879 que fut appliqué, sur le chemin de fer de Fitchburg, le premier système complet de signaux automatiques, par transmission au moyen des rails. Aujourd'hui, les transmissions par fils métalliques spéciaux sont à peu près abandonnées, grâce aux perfectionnements apportés dans l'établissement des circuits par rails.

La Compagnie de l'Illinois Central a établi, sur les lignes de sa section terminus, aux abords de Chicago, un système de signaux étudié avec le plus grand soin, et qui a donné de très bons résultats. Cette section terminus comprend huit voies, spécialisées ainsi qu'il suit :

Voies 1 et 2. — Trains de banlieue. Sections de block de 600 à 800 mètres;
Voies 3 et 4. — Trains express. Grandes lignes . . . . }
Voies 5 et 6. — Trains de marchandises. . } Sections de block de 1 200 à 1 600 mètres environ.
Voies 7 et 8. — Trains express. Banlieue. . }

Les signaux sont disposés sur des passerelles, au-dessus des voies qu'ils commandent, sauf pour les voies 7 et 8, dont les signaux sont placés à 120 mètres environ, au delà de chaque gare; ils servent ainsi de signaux de départ, ce qui permet d'éviter, aux trains de banlieue, des pertes de temps causées par des arrêts en pleine voie.

Considérons un des groupes de voies, 1 et 2 (fig. 1), sur lequel se trouvent les stations 1 et 2. A 200 mètres de chaque station, est placé un signal; la section comprise entre les signaux 1 et 2 est partagée en deux sections AB et BC.

Les deux files de rails de la section AB, de la voie 1, sont isolées des rails de la section AE; l'isolement est obtenu, en A, au moyen d'éclisses en bois, ou au moyen d'une substance isolante interposée entre l'éclisse en acier et le rail; les boulons d'éclisse sont alors mu-

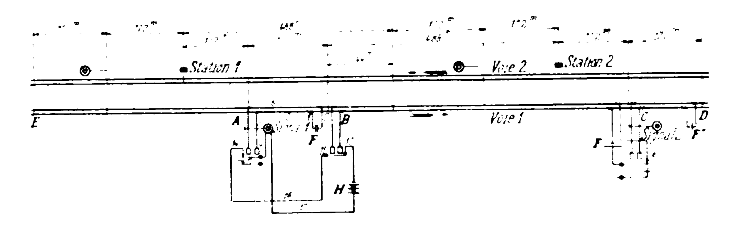


Fig. 1. — Schéma de l'application du block-system automatique à une ligne à double voie, entre deux stations.

nis de gaines isolantes; et des fourrures, également isolantes, sont placées dans les joints, pour empêcher tout contact des abouts. On obtient donc une indépendance complète, au point de vue électrique, des sections AB, BC, AE et CD.

En H est installée, dans une loge souterraine étanche, une batterie de deux éléments de piles à contacts multiples, dite « batterie de voie ». Chacun des pôles est relié à l'un des rails de la voie par un fil de cuivre isolé, qui empêche toute dérivation de courant. En A, est un électro-aimant, de faible résistance, muni de pièces de contact, et dont chaque bobine est reliée à l'une des files de rails, par un conducteur de cuivre : les bobines sont donc en série sur les files de rails de cette section.

Supposons que la section AB ne soit occupée par aucun train, le circuit issu de l'un des pôles de la batterie F, suit la route ci-dessous :

Pôle de la batterie F; — Conducteur isolé 1; — File de rails 2; — Conducteur isolé 3; — Bobines de l'électro-aimant 4; — Conducteur isolé 5; — File de rails 6; — Fil isolé 7; — Pôle contraire de la batterie F.

L'électro-aimant 4 est donc actionné; son armature comporte des pièces de contact qui ferment le circuit, quand elle est relevée par le passage du courant.

La section de circuit CD est alimentée par une batterie F″, fonctionnant comme la batterie F, vis-à-vis de la section AB. Le courant, issu de la batterie de voie F′, vers la section BC, traverse un coupe-circuit $^{8}/_{9}$, actionné par la batterie F″, au moyen du relai 10. Tant que la section CD est libre, le relai 10 est influencé et le contact est établi entre $^{8}/_{9}$, ce qui complète le circuit de la batterie F′. Dès qu'un train aborde la section CD, le courant passe dans le circuit de moindre résistance formé par les roues et les axes des véhicules, au lieu de continuer à passer par les bobines de l'électro-aimant 10; celui-ci lâche aussitôt son armature, qui rompt le contact du commutateur $^{8}/_{9}$, et coupe le circuit de la batterie F′. Cette interruption du courant fait que, à son tour, l'électro-aimant 23 lâche son armature, ce qui coupe le circuit entre 12 et 13.

De même, dès qu'un train pénètre dans la section AB, l'électro-aimant 4 est mis en court circuit, et le contact est interrompu en $^{14}/_{15}$.

Nous venons de voir comment un train agit sur le circuit de voie qui constitue l'agent de contrôle. Examinons maintenant comment il agit sur le circuit de signal :

Quand aucun train n'est engagé dans la section AD, les électro-aimants 4, 10 et 11 sont tous influencés, et le signal 1 est maintenu à voie libre par l'action du courant de la batterie H, passant par les bobines de l'appareil de manœuvre du signal. Ce courant part de l'un des pôles de la batterie H, passe à travers le commutateur $^{12}/_{13}$, le fil de ligne 16, le coupe-circuit $^{14}/_{15}$, les bobines de l'appareil de manœuvre du signal 1, et revient, par le fil de ligne 17, au pôle opposé de la batterie H. Le circuit est ainsi complet : l'électro-aimant du signal 1 est actionné, et ce signal est maintenu à voie libre.

Si, au contraire, un train est engagé dans le canton AB, le contact est coupé en $^{14}/_{15}$, le circuit de la batterie H est interrompu, et le signal se met à « l'arrêt » sous l'action de la pesanteur; il en sera de même si un train se trouve sur une des sections BC ou CD (le courant sera interrompu alors en $^{12}/_{13}$).

Les batteries F, F′, F″ sont disposées de telle manière, que si un contact quelconque se produit entre les rails 2 et 6 ou entre les fils 3 et 5, 1 et 7, le relais de voie est mis en court circuit, et le signal est placé à l'arrêt. La rupture d'un rail ou d'un conducteur quelconque produit le même effet. En résumé, toute avarie au système met le signal à l' « arrêt ».

S'il se trouve un changement de voie, dans la section de block, le courant du circuit de signal passe par un coupe circuit fixé directement à l'aiguille; si donc l'aiguille est mal disposée pour la voie principale, le circuit est coupé et le signal est remis à l'arrêt.

D'après la statistique dressée par la Compagnie de l'Illinois Central, pour l'année 1894, on n'a constaté qu'un seul manquement sur un nombre de 53000 manœuvres de signaux (la moyenne journalière des manœuvres de signaux a été de 13000 environ).

L'installation était composée de :

1	poste comprenant	1	appareil de voie . . .	1	appareil.
15	—	2	— . . .	30	—
2	—	3	— . . .	6	—
6	—	4	— . . .	24	—
3	—	6	— . . .	18	—
5	—	8	— . . .	40	—
1	—	9	— . . .	9	—
			Total	128	appareils.

Le coût total des frais d'entretien et de manœuvre s'est élevé, pour une année, à 63000 francs, soit, environ, 492 francs par appareil et par an.

Le système que nous venons de décrire réalise donc, d'une manière absolue, le programme auquel doit satisfaire le block-system automatique : le mécanicien est prévenu d'une manière infaillible de la présence d'un train ou de la mauvaise direction d'une aiguille dans le canton où il pénètre. Il peut arriver que, par suite d'un dérangement d'appareil, un signal soit indûment à l'arrêt, mais ce fait, qui n'a lieu que très rarement (une fois sur 53000 manœuvres), n'a aucune conséquence au point de vue de la sécurité. Le mécanicien, rencontrant un signal à l'arrêt, s'arrête pendant un temps prescrit, et pénètre dans la section de block en marchant à vitesse très réduite jusqu'au poste suivant; si le signal de ce poste est à voie libre, il reprend sa marche normale. C'est ce qui se passe actuellement sur les lignes très fréquentées, exploitées sous le régime des signaux non automatiques; les postes étant très rapprochés, les mécaniciens qui savent, d'ailleurs, à quel danger les expose tout excès de vitesse, dans un canton dont le signal d'entrée est fermé, n'auront aucun intérêt à marcher trop vite pour rattraper quelques secondes. Il faut remarquer que, en aucun cas, un train ne trouvera, à voie libre, un signal qui devrait être fermé.

Quant aux signaux eux-mêmes, ils sont quelconques, ou sémaphoriques ou autres.

Le block-system automatique rend de grands services sur les lignes spéciales à fort trafic, comme les chemins de fer métropolitains et les lignes de banlieue des grandes villes : il empêche les collisions ou les faux aiguillages dus à des fautes d'agents; la faible étendue des section du block rend imperceptibles les perturbations dues à la fermeture intempestive d'un signal, par suite d'un dérangement quelconque des appareils.

INFORMATIONS

Exposition universelle de 1900.

Travaux préparatoires. — Nouveaux palais des Champs-Élysées. — Clauses et conditions imposées aux entrepreneurs.

Travaux préparatoires. — Ainsi que nous l'avions annoncé (1), le 25 octobre dernier a eu lieu l'adjudication des travaux pour la construc-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 26, p. 419.

tion de l'estacade qui sera établie en Seine, contre le quai bordant le Cours-la-Reine, ainsi que celle des travaux de terrassement, de maçonnerie et de charpente en bois pour l'établissement d'une voie ferrée reliant les Champs-Elysées aux berges de la Seine. Cette adjudication, qui a été faite sous la présidence de M. Huet, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, directeur des services de la voirie de l'Exposition de 1900, assisté de MM. Grison et Chardon, comprenait trois lots distincts :

Le premier, comportant la construction de l'estacade, évalué à la somme totale de 55 000 francs, a été adjugé à MM. Manoury et Roussel moyennant un rabais de 27 %. Les concurrents ayant soumissionné ce lot étaient au nombre de dix :

Le deuxième lot, comprenant les travaux de terrassement et de maçonnerie évalués à 42 000 francs, avait réuni vingt-et-une soumissions; il a été attribué à M. Voret, qui avait consenti un rabais de 34 %;

Enfin, le troisième lot, comprenant les travaux de charpente et pour lequel seize concurrents avaient soumissionné, a été adjugé à M. Latapie avec un rabais de 17 % sur l'estimation totale qui était de 100 000 francs.

La crue de la Seine a retardé le commencement des travaux de l'estacade, mais ils vont être entrepris incessamment. On sait que cette estacade, qui sera reliée par un tunnel avec le chantier des nouveaux palais, donnera de grandes facilités pour l'enlèvement des déblais et l'apport des matériaux de construction.

Les palissades entourant le chantier des futurs palais des Champs-Élysées sont déjà entièrement posées. Contrairement à ce qui s'est fait jusqu'ici, il a été décidé, par l'administration de l'Exposition, que ces palissades ne seraient couvertes d'aucune affiche, ni réclame. On a, au contraire, cherché à donner aux clôtures dont il s'agit un aspect aussi artistique que possible. A cet effet, contre les palissades proprement dites et qui sont constituées par des panneaux pleins, on placera, de distance en distance, de légers pilastres en treillage et reliés par des linteaux également en treillage. Le tout sera peint en vert et, devant la clôture, on installera des plates bandes et des petits massifs d'arbres; des plantes vivaces grimperont le long des treillages.

A l'intérieur des palissades déjà posées, M. Ch. Girault, l'architecte en chef des nouveaux palais des Champs Elysées, a déjà commencé des fouilles destinées à reconnaître le sous-sol. Les fondations, relativement très peu importantes du bâtiment actuel qui n'est pas établi sur caves n'ont, en effet, pas donné d'indications suffisantes pour une construction de l'importance du grand palais qui va s'élever sur son emplacement.

Démolition du Palais de l'Industrie. — Aux termes d'une entente intervenue entre les ministres compétents, le Palais de l'Industrie sera remis à l'administration de l'Exposition, le 1er janvier 1897. Les travaux de démolition commenceront immédiatement par l'angle ouest du palais. Ces travaux seront conduits de façon a assurer les engagements pris pour le Concours hippique et le Salon de 1897. A la fin de février, une partie des salles actuellement occupées par le Musée des Arts décoratifs n'existeront plus et les salles restantes devront, en même temps, être abandonnées à la Société des artistes français, en compensation des salles dont elle se trouvera privée par la démolition ouest du Palais de l'Industrie.

Nouveaux palais des Champs-Élysées. — Pendant que s'exécutent les travaux préparatoires dont nous venons de parler, l'agence des travaux d'architecture, sous la direction de M. Girault, termine les études relatives au grand et au petit palais des Champs-Elysées. Nous rappellerons que M. Girault est, en effet, non seulement chargé de l'exécution de son projet de petit palais, projet qui avait obtenu la première prime au concours du mois de juillet dernier, mais qu'il a, de plus, la direction des études définitives relatives au grand palais (1).

En ce qui concerne le petit palais, les études sont à peu près terminées. Ce monument doit être exécuté conformément au projet primé, sauf les légères modifications de détail qu'a pu être amené à y introduire son auteur, au cours de l'étude approfondie qu'il en a faite une fois le concours terminé.

Il n'en est pas de même pour le grand palais. On sait qu'aucun projet du concours du mois de juillet n'a été jugé susceptible d'être exécuté tel quel, et que le projet définitif de ce monument doit être étudié, sous le contrôle de l'administration de l'Exposition, par M. Girault, avec la collaboration de MM. Deglane, Thomas et Louvet. Ces architectes se sont mis à l'œuvre, aussitôt après leur nomination, en s'inspirant des critiques formulées par le jury et des desiderata qu'il avait exprimés. Leur étude est très avancée, mais, pour éviter toute surprise et se rendre compte à l'avance de l'effet que produira le projet auquel ils se sont arrêtés, on va, sur la demande de M. A. Picard, commissaire général de l'Exposition, en exécuter une maquette ou modèle en plâtre, au centième. Cette précaution, que les constructeurs d'autrefois ne négligeaient jamais de prendre, est indispensable pour un édifice aussi compliqué.

Clauses et conditions imposées aux entrepreneurs. — Dans un précédent numéro (2), nous avons donné une analyse succincte des clauses et conditions générales imposées aux entrepreneurs de l'Exposition. Il est intéressant de signaler ici que certaines d'entre elles ont motivé une protestation des Chambres syndicales de l'industrie et du bâtiment de la Ville de Paris et du département de la Seine. Cette protestation reproche aux rédacteurs du cahier des charges, notamment, d'avoir exhumé les décrets des 2 mars et 21 mars 1848 sur le marchandage, qui sont depuis longtemps tombés en désuétude, et critique l'application du décret du 4 juin 1888, d'après lequel les sociétés d'ouvriers français, constituées dans l'une des formes prévues par l'article 19 du Code de commerce ou par la loi du 24 juillet 1867, sont admises à soumissionner, dans des conditions privilégiées, les travaux ou fournitures faisant l'objet des adjudications de l'État. Ces critiques, nous semble-t-il, ne sauraient atteindre les rédacteurs du cahier des charges, qui n'ont fait qu'appliquer les lois existantes.

Une critique plus sérieuse peut être faite à l'article 14 des clauses et conditions générales, dans lequel il est dit que « le ministre se réserve le droit de fixer la proportion maximum d'ouvriers étrangers que l'entrepreneur pourra occuper pour chaque nature de travaux ». N'est-il pas à craindre que la main-d'œuvre française n'atteigne un taux excessif, et que les entreprises ne se heurtent à des exigences inadmissibles si le recours aux ouvriers étrangers est enfermé dans des limites dont un ministre est institué juge ? Quelles responsabilités n'incomberaient-elles pas à ce ministre en cas de hausses excessives ou bien en cas de grèves ? Après avoir édicté certaines limites, pourra-t-il les tenir comme irrévocables, ou sera-t-il disposé à modifier la loi qu'il aura faite ? Dans le premier cas, cette règle inflexible et arbitraire est pleine de périls, tandis que, dans le second cas, c'est l'État prétendant régler les salaires et assumant, au point de vue moral, toutes les conséquences qui pourraient en résulter. Au moment de la période active de préparation de l'Exposition, les travaux seront abondants à Paris; il y aura donc plutôt à craindre alors une pénurie d'ouvriers, et l'on sera sans doute forcé d'avoir recours à une certaine quantité d'ouvriers étrangers.

A. D.

Influence des perturbations météorologiques sur les explosions spontanées avec ou sans déflagration.

L'emploi des explosifs modernes, ainsi que celui des gaz liquéfiés, soulèvent des questions très délicates parmi lesquelles, une des plus graves, est celle des explosions auxquelles les explosifs ou gaz comprimés peuvent donner lieu sans que l'on puisse, dans certains cas, malheureusement trop nombreux, en établir nettement la cause : ce sont des explosions en apparence spontanées qui proviennent soit de la déflagration inopinée et sans cause apparente de munitions, artifices, matières explosibles quelconques, emmagasinées ou en cours de manutention, soit de la rupture soudaine, par une cause indéterminée, de récipients renfermant des liquides volatils ou des gaz sous pression.

D'après une note de M. le commandant Chapel publiée sur ce sujet, dans la *Revue du Cercle militaire*, il semblerait que, en étudiant avec attention la marche de ces accidents, l'on soit amené à reconnaître qu'ils ne se produisent presque jamais isolément et surviennent le plus souvent coup sur coup et, pour ainsi dire, par série.

Ce groupement, en quelque sorte systématique, des explosions à caractère spontané semble indiquer qu'elles procèdent d'une action extérieure commune et qu'il faut en rechercher la cause dans l'un des agents atmosphériques. C'est à l'électricité atmosphérique que M. le commandant Chapel attribue ce rôle et il appuie son hypothèse sur ce fait que presque toujours ces accidents coïncident avec des perturbations orageuses intenses et avec un état électrique tout à fait anormal de l'atmosphère. L'auteur cite, à l'appui de son hypothèse, un assez grand nombre de cas d'explosions régionaux, observés en 1895 et 1896 et qui se trouvent en concordance parfaite avec les perturbations observées aux mêmes dates dans l'état électrique de l'atmosphère et il en déduit la loi suivante :

« Lorsque des explosions, sans cause déterminée, sont signalées sur un point, on doit regarder comme très probable que des perturbations météorologiques ou des troubles orageux viennent de se produire dans la région ou sont sur le point de s'y manifester. »

M. Chapel cherche à justifier cette loi par les explications suivantes :

Tout d'abord dans le cas d'explosion par déflagration, on conçoit que, au cours des périodes orageuses, les corps tendent à se charger plus ou moins d'électricité, suivant leur conductibilité plus ou moins grande et leurs conditions d'isolement plus ou moins parfaites; comme les décharges électriques obscures peuvent, dans certains cas, produire la déflagration de la plupart des matières pyrotechniques en usage, on peut attribuer à cette cause les explosions observées.

Si, au contraire, il s'agit d'explosions sans déflagration, on peut admettre que, lorsque le potentiel électrique du milieu ambiant varie, celui des vapeurs ou gaz comprimés tend à se mettre en équilibre; cet effort qui peut être contrarié par l'enveloppe plus ou moins isolante, en vient nécessairement à se porter sur les points où la réunion des deux fluides inégalement électrisés peut, le plus facilement, s'opérer, c'est-à-dire vers les points faibles préexistants tels que joints, criques, fissures, corrosions, etc., d'où les fuites et ruptures, causes d'explosions.

Si cette nouvelle loi est justifiée, on voit que l'action dangereuse des perturbations électriques de l'atmosphère doit s'exercer non seulement sur des réservoirs renfermant des gaz sous pression, mais, d'une façon générale, sur tous les récipients tubes, chaudières, générateurs, etc., renfermant des gaz en vapeurs plus ou moins complètement isolés du milieu ambiant. M. Chapel cite, du reste, à l'appui de ce fait, une observation d'explosions presque simultanées de chaudières qui semble confirmer l'hypothèse émise.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 15, p. 234.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 23, p. 367.

Générateur turbo-électrique pour la préparation de la soude caustique.

La machine qui est représentée dans la figure ci-dessous, extraite de l'*Engineering*, est l'un des deux grands turbo-générateurs électriques construits par MM. Parsons and Co, de Newcastle-on-Tyne, pour les « Electro-Chimical Works », de Sainte-Hélène, et destinés à produire le courant électrique nécessaire à la décomposition du sel marin en chlore et en soude caustique.

Chacune des installations peut fournir à l'heure 410 kilowatts, soit 3 416 ampères à 120 volts; la pression de la vapeur employée est de 10 à 11 kilogr. et la condensation a lieu par injection.

La turbine à vapeur est du type compound multiple, avec arrivée de vapeur parallèle à l'axe, et renferme en tout 80 rangs d'aubes mobiles et le même nombre de directrices fixes. Ces machines sont garanties par les constructeurs pour une dépense de vapeur surchauffée de 6kg 800 par cheval-heure électrique.

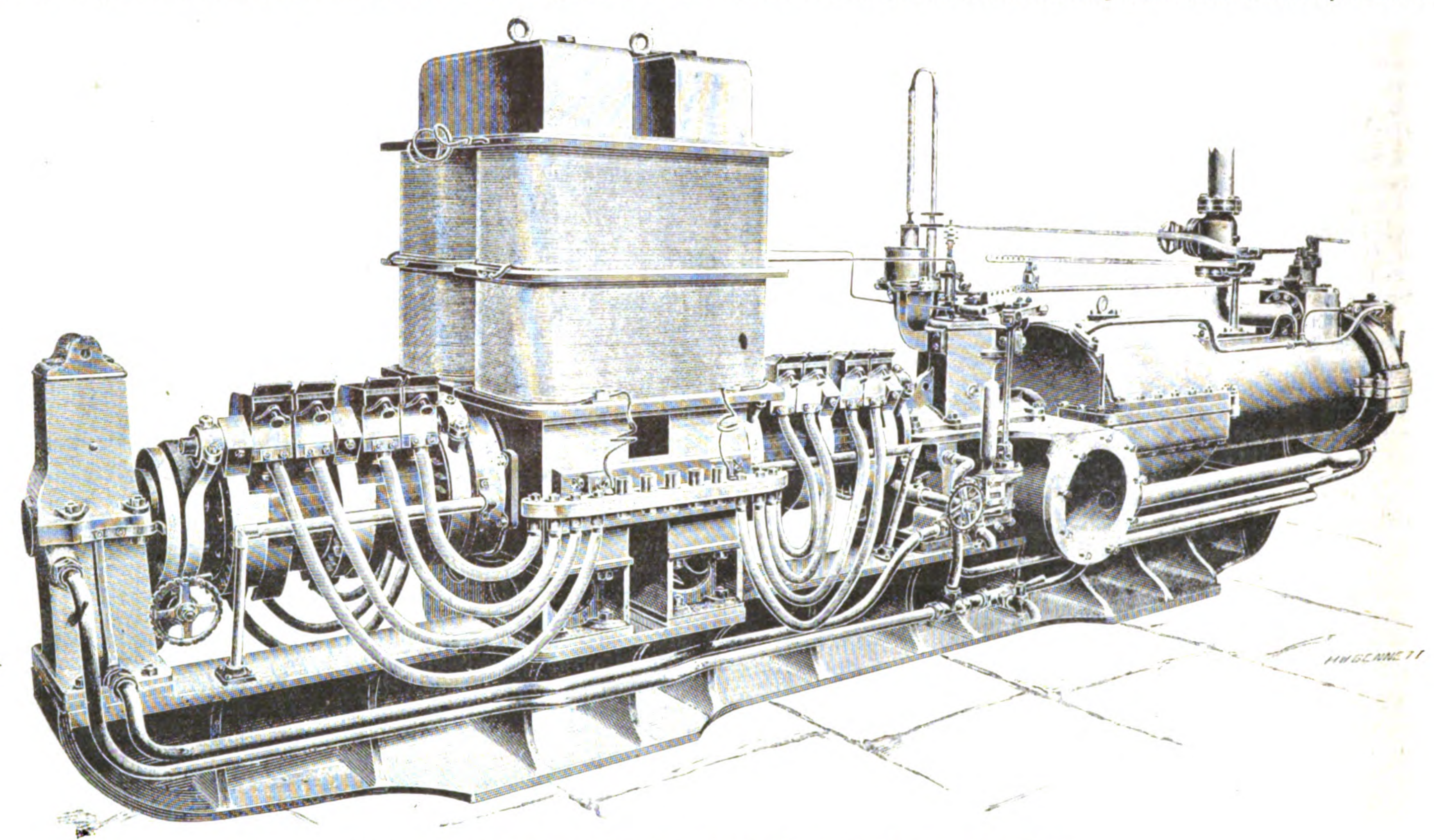


Fig. 1. — Générateur turbo-électrique pour la préparation de la soude caustique.

L'arbre de la dynamo est accouplé avec celui du moteur par un manchon carré et porte deux armatures en anneaux fournissant chacune 1 708 ampères et montées en tension.

Il y a 36 sections sur chaque commutateur et le même nombre d'enroulements sur chaque armature ; 8 balais massifs recueillent le courant sur chacun des commutateurs. Les bobines des électro-aimants sont enroulées en dérivation, et le courant d'excitation n'est que de 20 ampères, soit moins de 0,6 % de la force totale. L'arbre tourne à 3 000 tours par minute.

Le graissage continu s'obtient à l'aide d'une pompe à huile commandée par la machine ; l'huile, avant d'arriver aux paliers, circule dans un serpentin entouré d'eau. Une soupape à double effet, du système Parsons, produit l'échappement de la vapeur et est commandée par un solénoïde de dérivation partant des bornes de la machine. Les changements de mouvements s'obtiennent par la combinaison d'un excentrique relié à l'arbre moteur à l'aide d'une vis et d'une roue hélicoïdale et du solénoïde qui actionne un levier composé. Ce mode de commande est simple, aisément variable, et maintient dans des limites très constantes la production de potentiel électrique. Un régulateur de vitesse du type centrifuge ordinaire concourt également à prévenir tous excès de vitesse.

Les paliers sont du type à réservoir d'huile employé par MM. Parsons, et les surfaces de frottement sont en bronze ou en acier.

Les turbines devaient fonctionner avec de la vapeur surchauffée et la chaleur de surchauffe devait être empruntée aux chaleurs perdues des récipients à soude caustique, mais ceux-ci n'ont pas encore été montés.

Chaque générateur turbo-électrique est muni de son condenseur. Il comprend deux pompes à air compound avec des cylindres de 0m 20 et de 0m 45 de diamètre et de 0m 225 de course, disposées à la partie supérieure. Sur la même bielle est articulée une pompe distincte à eau, avec un plongeur de 0m 35, pour fournir l'eau d'injection. Les trois pompes sont reliées par des tiges de retour aux têtes de bielle d'une machine à condensation dont les cylindres ont 0m 21 et 0m 36 de diamètre ; les pompes d'alimentation reçoivent ainsi leur mouvement des mêmes organes. Le vide obtenu est de 0m 725, avec un volume d'injection égal à 40 fois celui d'alimentation.

Le poids total de chaque générateur turbo-électrique et de ses accessoires s'élève à 14 tonnes, et celui de chacune des armatures complètes à 1 600 kilogrammes.

Automobile-Club de France.

Règlement du Concours des voitures automobiles pour 1897.

Le Comité de l'Automobile-Club de France (A. C. F.) a, dans sa séance du 17 courant, adopté le Règlement suivant, relatif à l'organisation du Concours des voitures automobiles pour 1897 (1) :

Article premier. — Un concours est organisé entre les véhicules à moteur mécanique (automobiles, tracteurs divers, trains routiers), établis en vue des services suivants :

1° Transports publics des voyageurs dans les villes ; correspondances entre les gares de chemins de fer et localités non desservies directement ;

2° Services de livraison et transports de marchandises.

Art. 2. — Le concours aura lieu sur plusieurs routes rayonnant autour d'une ville située dans les environs de Paris, le 1er juillet 1897 et jours suivants.

Art. 3. — Le concours portera sur le prix de revient, c'est-à-dire sur le rapport de la dépense totale au poids transporté ; il sera tenu compte des différents facteurs qui influent sur le prix de revient, du rapport du poids utile transporté au poids du matériel roulant et du confort.

Art. 4. — Seront admis au concours :

1° Les véhicules pouvant porter, conducteur non compris, au moins dix voyageurs avec 30 kilogr. de bagages (soit 100 kilogr. par place offerte) ;

2° Les véhicules à marchandises transportant au minimum une tonne ;

3° Les véhicules mixtes établis en vue du transport simultané des voyageurs et des marchandises avec un minimum de poids transporté de 1 000 kilogrammes.

La Commission établira des catégories suivant les voitures engagées.

Tous ces véhicules devront être munis d'un appareil enregistreur de vitesse agréé par la Commission de l'A. C. F.

Le concours est international.

Art. 5. — Le nombre des véhicules n'est pas limité, mais chaque constructeur ne pourra pas présenter plusieurs véhicules du même type et de dimensions similaires.

Art. 6. — Chaque véhicule engagé paiera une entrée de 200 francs jusqu'au 1er juin 1897 et une entrée double à partir de cette date.

La liste des engagements sera close le 25 juin à minuit.

Toute demande d'inscription devra être accompagnée du versement du droit d'entrée qui, en tout cas, restera acquis.

Art. 7. — Chaque constructeur devra remettre avant le 25 juin une photographie des véhicules engagés par lui et en indiquer le prix de vente.

(1) Ce Règlement, qui a été adopté dans ses grandes lignes, est sans doute appelé à recevoir encore de nombreuses modifications.

Le Comité de l'Automobile-Club a, en même temps, nommé une Commission provisoire chargée de l'organisation du concours en question. Cette Commission se compose de MM. Forestier, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, *président ;* Broca, de Chasseloup-Laubat, Collin, H. de La Valette, Pierron, Varennes, etc.

Les concurrents feront parvenir en temps utile, dans les locaux désignés par le Comité de l'A. C. F., les approvisionnements dont ils auront besoin pour effectuer la totalité des épreuves de ce concours. Ces approvisionnements seront délivrés ensuite aux concurrents sous le contrôle de l'A. C. F. Tous les véhicules engagés devront pouvoir parcourir une distance de 25 kilomètres sans prendre de ravitaillement.

ART. 8. — L'épreuve du concours se composera d'un service de 6 jours, constituant un parcours total de 300 kilomètres.

Chaque véhicule fera deux fois la série suivante :

1re série : route A, 40 kilomètres, avec arrêts tous les kilomètres ;

2e série : route B, 50 kilomètres, avec arrêts tous les 5 kilomètres ;

3e série : route C, 60 kilomètres, avec arrêts tous les 10 kilomètres.

Il y aura des arrêts prévus en pleine rampe et en pleine pente sur pavé et macadam.

Les véhicules engagés seront divisés en groupe, de façon qu'il y ait chaque jour, dans chacune des trois directions A, B, C, des véhicules transportant des charges différentes.

Tous les véhicules rouleront avec la charge indiquée lors de leur inscription.

ART. 9. — Des commissaires choisis parmi les membres de la Commission et du Club non concurrents accompagneront les véhicules. Ils seront chargés :

1° De noter les consommations (y compris graissage, allumage, etc.).

2° De chronométrer les parcours en palier et en côtes, conformément aux indications qui leur seront données par la Commission.

La vitesse sur les pentes ne sera considérée qu'au point de vue de ses effets sur la stabilité du véhicule ; la Commission décidera le maximum à imposer à chaque véhicule suivant ses conditions d'établissement et le commissaire sera chargé de le faire respecter.

3° De noter dans chaque cas les longueurs que les véhicules parcourront avant l'arrêt complet sous l'action du frein.

4° De donner leurs appréciations sur les véhicules en tenant compte de la facilité de conduite, de la marche en avant ou en arrière, de la sécurité, du confortable, des dépenses d'entretien, de l'amortissement du capital, de la fréquence, l'importance, la facilité des réparations, et de la fréquence du ravitaillement.

ART. 10. — Dans la ville, centre du concours, sera installé un parc où le remisage des véhicules engagés sera obligatoire.

Les réparations y seront faites en présence des commissaires.

ART. 11. — Il sera accordé des médailles et diplômes aux véhicules qui seront reconnus présenter les conditions requises pour un des services en vue desquels le concours est organisé.

Il sera établi par les soins de la Commission, un rapport donnant la reproduction de la photographie de chaque véhicule et les détails des épreuves du concours.

Ce rapport sera communiqué par le président de l'A. C. F. à la Société des Ingénieurs Civils de France, aux Sociétés industrielles des différentes régions, ainsi qu'aux mairies des communes.

Il recevra, en un mot, toute la publicité possible.

ART. 12. — Les concurrents devront se conformer aux décisions ultérieures de la Commission du concours, particulièrement en ce qui concerne les détails de l'organisation de l'épreuve.

ART. 13. — Les responsabilités civiles et pénales resteront à la charge des concurrents à qui elles incombent, étant bien entendu que la Commission décline toutes responsabilités de quelque nature qu'elles soient.

Les correspondances, convocations et engagements devront être adressés au secrétariat de l'A. C. F., 4, place de l'Opéra.

Coussinets en verre.

Depuis quelque temps, paraît-il, on tend à remplacer, dans les usines des États-Unis, le bronze par le verre dans les coussinets servant de supports aux arbres légers tournant rapidement.

Le plus souvent, on se borne à remplacer simplement le bronze par le verre dans le coussinet en coulant du verre dans l'espace libre entre l'arbre et le palier, après avoir eu, toutefois, la précaution d'insérer deux plaques de tôle mince destinées à séparer le coussinet en deux parties ; lorsque le verre commence à se solidifier, on fait tourner l'arbre, afin d'éviter l'adhérence du verre. D'après l'*American Machinist*, des coussinets de ce système, supportant un arbre en acier de 30 millimètres de diamètre, animé d'une vitesse de 180 tours par minute et transmettant un travail de 6 chevaux, ont fonctionné plusieurs mois sans donner trace d'échauffement ni d'usure, et avec un graissage presque insignifiant.

On peut modifier la disposition précédente et constituer le coussinet simplement au moyen de trois ou quatre plaques de verre, logées dans des cavités spéciales ménagées dans le palier et pressées contre l'arbre au moyen de vis.

Malgré les bons résultats obtenus, cette nouvelle application du verre semble devoir, pour le moment, être limitée exclusivement aux transmissions légères.

Nouveau mode de fermeture pour les portes des monte-charges.

Dans une communication faite récemment à la Société industrielle de Rouen, M. Truptil signale une idée originale pour obtenir d'une manière simple la fermeture des portières des monte-charges et indépendamment de la négligence des personnes se servant de ces engins.

M. Truptil propose d'attacher au bord supérieur de la cage un rideau sans fin dont la deuxième extrémité est fixée sur le bord inférieur de la cage. Il est évident que toutes les portes seront ainsi fermées par le rideau et qu'une porte ne sera dégagée que lorsque la cage sera arrivée à son niveau, c'est-à-dire au moment même où l'on a besoin de son ouverture pour le service ; quand la cage s'en va elle est remplacée par le rideau au fur et à mesure de son déplacement.

Au rideau pourraient être fixées deux chaînes qui, s'enroulant sur des tambours à crocs ou à empreintes mus par vis sans fin, constitueraient, en cas de rupture du câble moteur, des câbles de secours empêchant la chute de la cage. On pourrait, à cause de ces chaînes, n'avoir qu'un rideau supérieur et un inférieur ; le premier serait muni d'un contrepoids et le second se logerait dans une caisse.

Cette curieuse disposition n'a pas encore, croyons-nous, reçu d'applications pratiques.

Appareil pour la vérification des ressorts des indicateurs à diagrammes.

Ce nouvel appareil, très simple, a été construit par les ateliers Bollinckx, sur les indications de l'éminent professeur belge, M. Dwelshauwers-de-Ry, pour les ingénieurs et les industriels qui, voulant procéder eux-mêmes aux essais des machines à vapeur, désirent vérifier les ressorts employés dans les indicateurs à diagrammes.

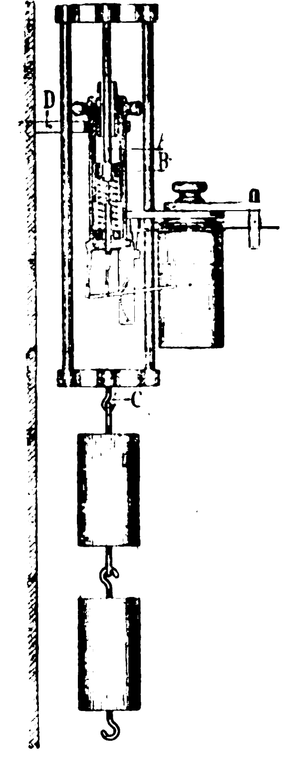


FIG. 1. — Appareil pour la vérification des ressorts employés dans les indicateurs à diagrammes.

Il se compose (fig. 1) d'un cadre léger et bien équilibré, qui vient se poser, par l'intermédiaire d'une pointe A, sur le piston de l'indicateur B.

Le cadre porte à sa base un crochet C, auquel on peut suspendre une série de poids proportionnelle à la charge de 1 kilogr. par centimètre carré de pression sur le petit piston B. Ainsi que l'indique la figure 1, le système a été suspendu à une pièce D, fixée elle-même solidement dans un mur ou dans un support quelconque.

Il est très important d'opérer à chaud, c'est-à-dire après avoir pris quelques diagrammes. C'est également après avoir chauffé l'indicateur qu'il faut mesurer, au moyen d'un compas de grande précision, le diamètre exact du piston, car de cette mesure dépend toute l'exactitude des opérations.

On doit avoir soin également de bien graisser le piston et toutes les articulations de l'indicateur.

Chaque fois que l'on aura chargé le cadre d'un poids équivalent à 1 kilogr. de pression sur le piston (après avoir, bien entendu, tenu compte du poids du cadre lui-même), on tracera, avec le crayon de l'indicateur, une ligne légère sur le papier fixé au tambour ; on ajoutera ensuite les poids nécessaires pour obtenir 2, 3, 4, etc., kilogr. par centimètre carré de pression sur le piston.

Avant chaque opération, il faut également avoir soin d'appuyer légèrement sur le cadre pour faire fléchir le ressort et attendre ensuite qu'il ait repris une position stable.

Varia.

Nécrologie. — On annonce la mort de M. Alfred TRESCA, Ingénieur des Arts et Manufactures, professeur à l'École Centrale et à l'Institut agronomique, décédé à Paris, le 19 courant, à l'âge de 55 ans.

∴

Nomination. — M. LAX, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, est chargé de la direction du contrôle des chemins de fer du Midi, en remplacement de M. Lethier, précédemment nommé directeur des Chemins de fer.

∴

Chemins de fer en Chine. — Nous enregistrions, dans notre avant-dernier numéro, une dépêche de Pékin, en date du 21 octobre, annonçant la nomination du tao-koi Cheng, comme directeur du chemin de fer de Han-Kéou à Pékin, et parlant d'un syndicat américain qui aurait fait une importante avance d'argent pour la construction de cette ligne.

On mande à nouveau de Pékin (11 novembre) qu'un édit vient d'être rendu qui nomme le même tao-koi Cheng directeur général des chemins de fer et qui autorise la construction des lignes de Han-Kéou, Canton, et Fou-Tchéou. Les travaux coûteraient 200 millions de francs, nécessitant ainsi un emprunt immédiat de 100 millions ; le Tsong-li-yamen fournirait 10 millions sur le montant du dernier emprunt, et 10 autres millions seraient apportés par les provinces du Nord et du Sud.

On emploierait, autant que possible, sur la ligne de Han-Kéou, des matériaux et de la main-d'œuvre indigènes, mais on pourrait engager des mécaniciens étrangers.

Des difficultés auraient, paraît-il, surgi avec le syndicat américain qui avait soumissionné pour les travaux.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 9 novembre 1896.

Astronomie. — 1° *Observations de la nouvelle comète Perrine (1896, 2 nov.), faites à l'observatoire de Paris.* Note de M. G. Bigourdan, présentée par M. Lœwy.

2° *Occultation des Pléiades, du 23 octobre 1896 observatoire de Lyon*). Note de M. Ch. André, présentée par M. Lœwy.

Astronomie physique. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le troisième trimestre de 1896.* Note de M. J. Guillaume, présentée par M. Mascart.

Mécanique appliquée. — *Sur la résistance des ponts sous le passage de convois périodiques, notamment de ceux qui ont été prévus par le règlement du 29 août 1891.* Note de M. Marcelin Duplaix, présentée par M. Maurice Lévy.

Définitions. — Un *convoi périodique* est constitué par une série de convois partiels identiques et disposés les uns à la suite des autres à des intervalles égaux. Le convoi partiel, dont la répétition produit le convoi périodique, s'appelle *convoi générateur*. Le *poids spécifique* Π du convoi périodique est la somme des intensités des charges qui composent son convoi générateur. La *période* λ est la distance qui sépare deux charges identiques dans deux positions consécutives du convoi générateur.

La constitution particulière des convois périodiques a pour conséquence de faciliter le calcul des moments maxima et des flèches qu'ils développent dans les poutres droites à une travée. A cet égard, les travées multiples de la période jouissent de propriétés extrêmement simples.

Il y a lieu de distinguer deux cas, selon que la portée de la travée est ou n'est pas un multiple de la période. M. Duplaix énonce, dans ces deux cas, les théorèmes qui donnent les valeurs des moments de flexion et les expressions des flèches, au milieu de la portée d'une poutre d'élasticité et de section constantes.

Son mémoire renferme les applications de cette théorie aux convois imposés par le règlement du 29 août 1891 pour l'étude des ponts-routes.

Physique. — 1° *Sur la compressibilité de quelques gaz à 0° et au voisinage de la pression atmosphérique.* Note de M. A. Leduc, présentée par M. Lippmann.

M. Leduc s'est proposé de déterminer les volumes moléculaires d'un certain nombre de gaz par rapport à l'un d'eux, l'oxygène, par exemple, à 0° et à des pressions *correspondantes*. Il a choisi pour chaque gaz $1/_{56}$ de la pression critique, c'est-à-dire autant de centimètres de mercure qu'il y a d'atmosphères dans celle-ci : les pressions correspondantes sont ainsi comprises entre 35 centimètres et 113 centimètres, et, le plus souvent, voisines de la pression atmosphérique.

Connaissant les poids moléculaires et les densités *normales* de ces gaz, M. Leduc a ensuite déterminé leur compressibilité entre 76 centimètres et la pression ci-dessus assignée, en répétant l'expérience de Mariotte, sauf pour les gaz de grande densité, comme les anhydrides sulfureux et carbonique et le protoxyde d'azote, pour lesquels il a employé avec avantage la méthode des densités, de Regnault.

2° *Méthode d'enregistrement photographique pour étudier la dilatation des liquides.* Note de M. Alphonse Berget, présentée par M. Lippmann.

La méthode exposée par M. Berget consiste à enregistrer photographiquement, par suite, avec élimination de toute erreur personnelle, la dilatation des liquides et, en particulier, de l'eau. La représentation du phénomène est obtenue sous forme d'une courbe ayant les températures pour abscisses et les volumes pour ordonnées.

Les dilatomètres employés sont deux thermomètres à poids. L'un contient du mercure : il est destiné à faire connaître la température à chaque instant ; l'autre est rempli du liquide à étudier. Ces thermomètres déversent la portion de liquide qui représente leur dilatation respective dans deux coupelles équilibrées, à zéro, sur les plateaux de deux balances d'égale sensibilité et dont les fléaux oscillent dans deux plans perpendiculaires. Ces fléaux sont solidaires de deux miroirs, lesquels réfléchissent deux fois un rayon lumineux qui vient donner, sur une surface photographiquement sensible, une impression continue, par suite du double mouvement des balances. Cette composition optique des deux mouvements rectangulaires est analogue aux courbes de Lissajous en acoustique. On aura, en développant la couche sensible, la courbe représentative de la dilatation du liquide. En effet, les surcharges, sur chaque balance, sont proportionnelles aux dilatations, et les balances s'inclinent d'un angle dont la *tangente* est proportionnelle à cette surcharge ; or la méthode du miroir donne précisément la *tangente* de cet angle. On voit ainsi que l'enregistrement donne la courbe des dilatations.

3° *Sur quelques cas anormaux de solubilité.* Note de M. Le Chatelier, présentée par M. Adolphe Carnot.

M. Ad. Carnot a déjà montré que les courbes normales de solubilité ou fusibilité se réduisent à trois types parfaitement caractérisés. En poursuivant ces recherches, M. Le Chatelier a rencontré un groupe de sels qui ne rentre dans aucun des cas précédents : c'est celui des mélanges de sulfates alcalins avec les sulfates alcalino-terreux et les sulfates métalliques. Il donne des résultats de ses expériences des tableaux numériques et graphiques.

Chimie organique. — *Action du chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique.* Note de M. G. Blanc, présentée par M. Schutzenberger.

Chimie physiologique. — *Sur un nouveau ferment du sang.* Note de M. Hanriot, présentée par M. Arm. Gautier.

Chimie industrielle. — *Sur une méthode chimique d'appréciation de la valeur boulangère des farines de blé.* Note de M. E. Fleurent, présentée par M. Aimé Girard.

En examinant les glutens extraits de nombreux échantillons de farines de blés tendres et de blés durs, M. Fleurent a observé que ces glutens présentent entre eux des caractères physiques très différents. Il a vérifié que ces différences de propriétés sont dues à la variation de la composition centésimale des glutens examinés en gluténine et en gliadine. M. Fleurent en a déduit une méthode d'appréciation de la valeur boulangère des produits de la mouture, méthode basée sur un contrôle absolument chimique.

La principale conclusion qui a pu être ainsi tirée de ces recherches est la suivante :

Quelle que soit la quantité de gluten contenu dans une farine, celle-ci fournira un pain d'autant meilleur au point de vue de son développement, et par conséquent, de sa facile digestion, que son gluten se rapprochera davantage de la composition centésimale suivante :

Gluténine.	25
Gliadine	75

Soit le rapport $1/_3$.

Géologie. — *Sur le mode de formation des gîtes sédimentaires de phosphate de chaux*, par M. Adolphe Carnot.

Les analyses ont porté sur quatre-vingts échantillons, provenant des divers niveaux géologiques, depuis le silurien jusqu'à la fin du tertiaire. Elles ont eu pour principal objet de déterminer les quantités relatives d'acide phosphorique et de fluor, qui avaient un intérêt spécial au point de vue de l'origine des phosphates de chaux.

Il résulte de ces nombreux essais, que les phosphates sédimentaires de tous les âges renferment, en général, une proportion de fluor peu éloignée de celle qu'aurait une apatite exclusivement fluorée de même teneur en acide phosphorique (1 de fluor pour 11 d'acide phosphorique ou 8.92 %). Cependant, cette proportion est très notablement dépassée dans un certain nombre de phosphates et d'ossements fossiles. Il importera de tenir compte de ces faits dans toute hypothèse sur la genèse des phosphates.

M. Ad. Carnot est conduit, par ses expériences et par l'observation des phénomènes analogues dans la nature, à supposer que le fluorure de calcium reconnu dans l'analyse des phosphates sédimentaires, leur a été fourni par les eaux de la mer.

Minéralogie. — *Sur la formation actuelle de zéolites sous l'influence du ruissellement superficiel.* Note de M. A. Lacroix, présentée par M. Fouqué.

M. Lacroix démontre que, dans les Pyrénées, des zéolites (*chabasie, stilbite, laumontite*, etc.) se forment actuellement par décomposition sur place de roches à feldspaths basiques et à dipyre : cette décomposition est le résultat de l'action de l'eau presque pure, à la température de la glace fondante ou à une température qui ne dépasse pas 15° C.

Physique du globe. — *Sur le tassement des argiles au sein des eaux.* Note de M. J. Thoulet.

Pathologie végétale. — *Sur l'origine de la lèpre de la betterave.* Note de M. Paul Vuillemin, présentée par M. Guignard.

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

Práctica usual de los cálculos de estabilidad de los puentes. Exposición elemental, por D. Luis Gaztelu, profesor de puentes en la Escuela especial de Caminos Canales y Puertos. — Madrid, Establecimiento tipográfico do Jortanet, 1896. — Prix : **16** pesetas.

L'auteur de ce livre a voulu, ainsi qu'il le dit dans son avant-propos, exposer d'une façon tout à fait élémentaire, sans employer l'analyse infinitésimale, les connaissances nécessaires pour comprendre et appliquer aux cas qui se présentent dans la pratique courante les formules relatives à la stabilité des ponts.

L'étude des divers systèmes de ponts est précédée de quatre chapitres où sont exposés les principes fondamentaux de la résistance des matériaux et les notions les plus indispensables de la statique graphique. L'auteur entreprend ensuite, successivement, l'étude : des ponts en pierre, des ponts en fer ou acier à travées indépendantes et des ponts à poutres continues. Il a dû nécessairement, voulant être compris de tous les constructeurs, même de ceux qui ne connaissent que les mathématiques élémentaires, sacrifier un peu, parfois, la rigueur mathématique de l'exposition, mais ceci ne l'a nullement empêché de s'exprimer partout avec clarté et d'expliquer avec précision la signification des formules et la manière de s'en servir.

Ce livre sera d'autant plus utile qu'il contient un grand nombre de tableaux et d'abaques, donnant des calculs tout faits pour une foule de problèmes et, en outre, quelques exemples numériques qui, pour les personnes peu familiarisées avec cette sorte de calculs, seront un guide plus sûr que toutes les explications qu'on pourrait leur donner. Il sera aussi consulté avec fruit par les Ingénieurs qui y trouveront, sous une forme très commode, tous les renseignements dont ils ont généralement besoin pour la rédaction des projets de ponts.

Les Locomotives suisses, par Camille Barbey. — 1 volume in-4° jésus de 153 pages avec 80 figures dans le texte et 81 planches. — Ch. Eggimann et Cie, éditeurs, Genève, 1896. — Prix : broché, **6** fr.

Cette étude est une monographie ayant pour but de faire connaître les divers types de locomotives employés sur les chemins de fer suisses ; ces chemins de fer construits dans un pays en grande partie montagneux, présentent un intérêt tout spécial au point de vue de la traction. L'auteur a divisé son ouvrage en dix parties. Dans les trois premiers chapitres, M. Barbey étudie rapidement le réseau des chemins de fer suisses, il montre l'influence du profil des différents lignes sur les conditions d'établissement du matériel de traction, et donne des considérations générales sur les locomotives suisses et les principales maisons de construction.

Dans les chapitres suivants, M. Barbey passe successivement en revue les différents types de locomotives actuellement en usage : locomotives pour voies normales principales et secondaires, pour voies étroites, locomotives à crémaillères et locomotives compound. Enfin, dans un dernier chapitre, l'auteur envisage l'exploitation technique et étudie rapidement l'application des divers appareils concernant la sécurité et le confort des voyageurs : freins continus, indicateurs de vitesse, chauffage continu à vapeur, éclairage électrique, appareils d'intercommunication des trains et signaux, etc.

Le Génie Civil publie une analyse de tous les ouvrages techniques dont on lui fait parvenir deux exemplaires.

Le Gérant : **H. Avoiron.**

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — (Encre Lorilleux).



Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 4. N° 755. Samedi 28 Novembre 1896.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Mécanique** : Le transporteur Temperley, p. 49 ; Geo. Renel. — **Chemins de fer** : Locomotive d'express à cinq essieux dont deux couplés (*planche IV*), p. 52. — Construction rapide d'une voie ferrée pour la revue du Camp du Châlons (octobre 1896), p. 53. — **Physique industrielle** : Note sur l'étude et l'essai des ventilateurs à force centrifuge, p. 55 ; Paul Jayez. — **Tramways** : Les tramways électriques (*suite et fin*), p. 59. — **Electricité** : Eclairage électrique de l'avenue de l'Opéra, à Paris, p. 60. — **Jurisprudence** : Du transport des machines par colis séparés, p. 61 ; Louis Rachou. — **Informations** : Système de casse-fonte employé en Amérique, p. 62 ; — Nouveau densimètre à échelle métrique, p. 62 ; — Construction d'un omnibus automobile à Londres, p. 63. — Varia, p. 63. — *Nécrologie* : Alfred Tresca, p. 63. Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils, séance du 6 novembre 1896, p. 64. — Académie des Sciences, séance du 16 novembre 1896, p. 64.

Planche IV : Locomotive d'express à cinq essieux dont deux couplés.

MÉCANIQUE

LE TRANSPORTEUR TEMPERLEY

L'outillage actuel des quais des grands ports de commerce se compose de grues tournantes de types très divers à vapeur, hydrauliques, électriques, avec des portées de 7m50 à 9 mètres au maximum et une puissance de 1 230 à 1 650 kilogr., et une hauteur d'ascension qui peut atteindre 15 mètres. Tous ces engins sont à portée fixe et ne peuvent déposer les charges à des distances variables sur les terre-pleins qu'en décrivant, autour d'un axe vertical, des arcs de cercle dont l'amplitude est également variable. Comme l'a fait remarquer M. P. Guéroult, Ingénieur des Arts et Manufactures [1], il en résulte les inconvénients suivants :

1° Le trajet parcouru par les charges depuis leur point de départ jusqu'à leur destination n'est pas direct, et s'effectue dans deux plans perpendiculaires l'un à l'autre. La longueur du trajet parcouru pendant le mouvement de rotation dépasse de 50 % la distance réelle qui sépare en projection horizontale le point de départ du point de destination ;

2° Le mouvement de rotation ne peut avoir qu'une vitesse très faible. La mise en train et l'arrêt doivent être lents à cause de l'inertie des masses à mouvoir. Aussi les grues de ports n'arrivent-elles guère, et cela pour les circonstances les plus favorables, à transporter à l'heure plus de 30 tonnes ; en outre, leur construction et surtout leur installation dans le cas de commande hydraulique sont fort coûteuses.

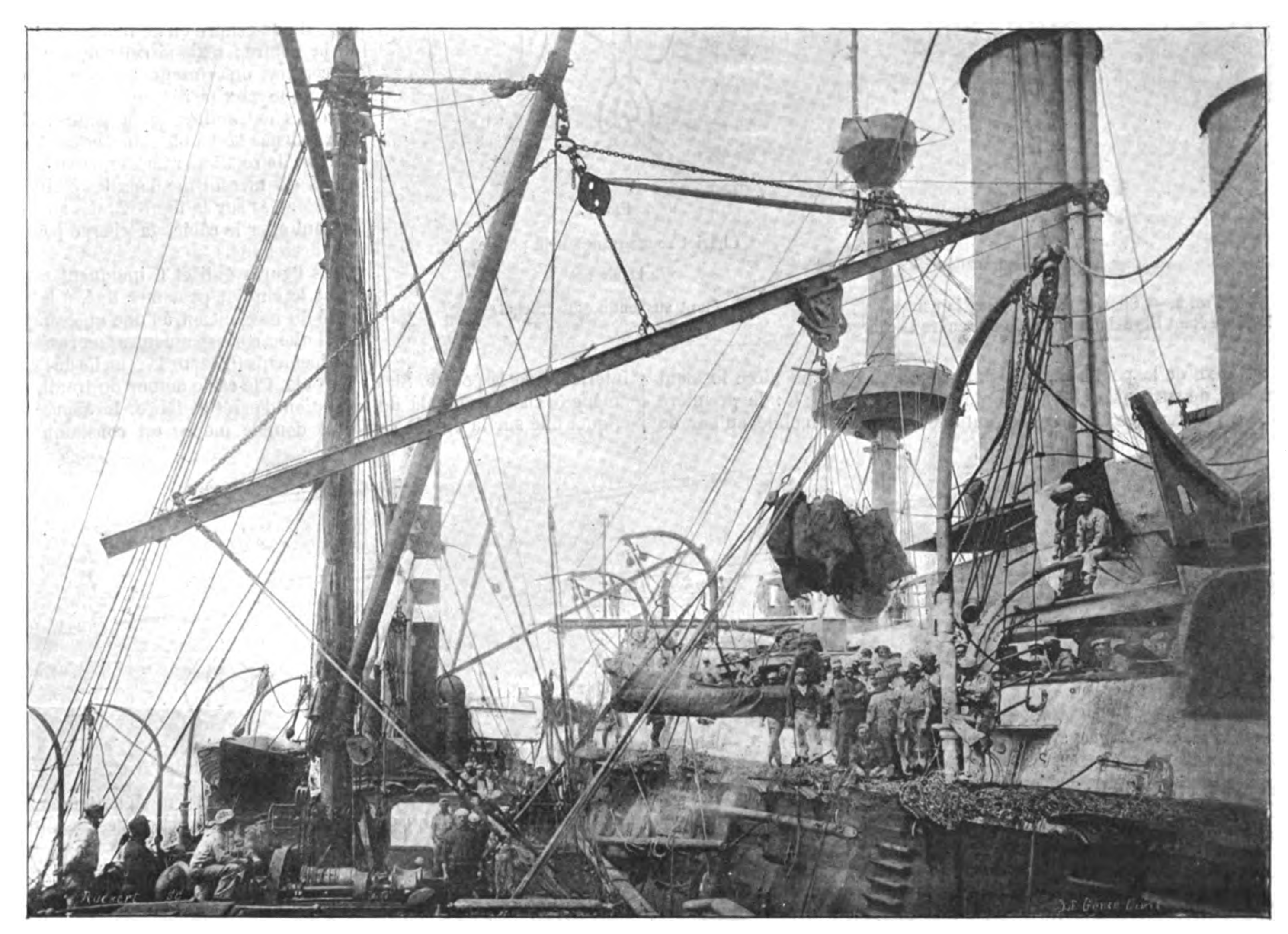


Fig. 1. — Transporteur Temperley : Application faite sur le *Royal Sovereign*, cuirassé de la marine anglaise.

M. Temperley, armateur, a imaginé en 1893 un appareil transporteur qui remédie à ces inconvénients, et qui peut s'appliquer soit comme appareil fixe sur les quais, soit comme appareil mobile à bord des navires (fig. 1).

Ce transporteur se compose d'une poutre en I portant à son extré-

[1] Note sur le transporteur Temperley, lue à la Société des Ingénieurs civils de France.

mité une poulie sur laquelle s'enroule le câble du treuil de levage (fig. 2 et 3). La poutre est maintenue inclinée du côté de la charge à lever par un système de montants en charpente, s'il s'agit d'un transporteur de quai, ou de haubans et de palans, pour un appareil de bord. La semelle de l'aile inférieure de la poutre présente des ressauts et des évidements correspondant aux différentes stations auxquelles la charge peut être levée ou descendue.

Sur cette aile se meut un chariot d'un type spécial soutenu par quatre galets de roulement. Il se compose de deux flasques F, F portant l'axe de la poulie (fig. 2). Sur cet axe oscille une pièce formant crochet de suspension et munie de trois dents A, B, C : la première sert à l'accrochage; la seconde soutient un cliquet mobile autour de son axe D et dont le levier peut s'appliquer sur un arrêt q de la dent A ; la troisième, ou entretoise, est articulée par un bouton a sur une plaque d'arrêt z mobile elle-même autour d'un axe m fixé sur les flasques F, F. Le crochet est formé de deux tôles découpées entre lesquelles tourne la poulie. Entre elles est établie une plaque de garde I avec, d'un côté, des arrêts pour le cliquet et, de l'autre, une platine sur laquelle peuvent reposer l'entretoise C et la plaque d'arrêt z.

D'autre part, la plaque z est reliée par un bouton e à la simple came b présentant l'évidement e et susceptible de tourner autour de l'axe fixe b. Cette came actionne, par un bouton o, la double came n pourvue d'un linguet et d'un arrêt qui peut s'engager dans les évidements disposés sous l'aile inférieure de la poutre.

L'attache est surmontée d'une balle M.

L'appareil doit d'abord être amené à l'extrémité de sa course et être fixé dans cette position pour procéder à l'attache de la charge, puis à son accrochage. C'est la position représentée dans la figure 2. Le cliquet engrenant avec une dent de la plaque de garde applique l'entretoise C et la plaque d'arrêt z sur la platine I. En même temps l'arrêt de la double came n est engagé dans le dernier des évidements. Le chariot est donc arrêté et parfaitement stable.

La charge étant attachée, l'homme chargé du treuil met en mouvement son tambour pour enrouler le câble : la balle M attaque le levier du cliquet, et dégage ce dernier de l'arrêt q et de la plaque de garde. Le crochet A n'étant plus maintenu par l'entretoise C contre la platine I, bascule en avant, la balle M s'engage entre les dents A et B et l'accrochage s'exécute ainsi automatiquement (fig. 3).

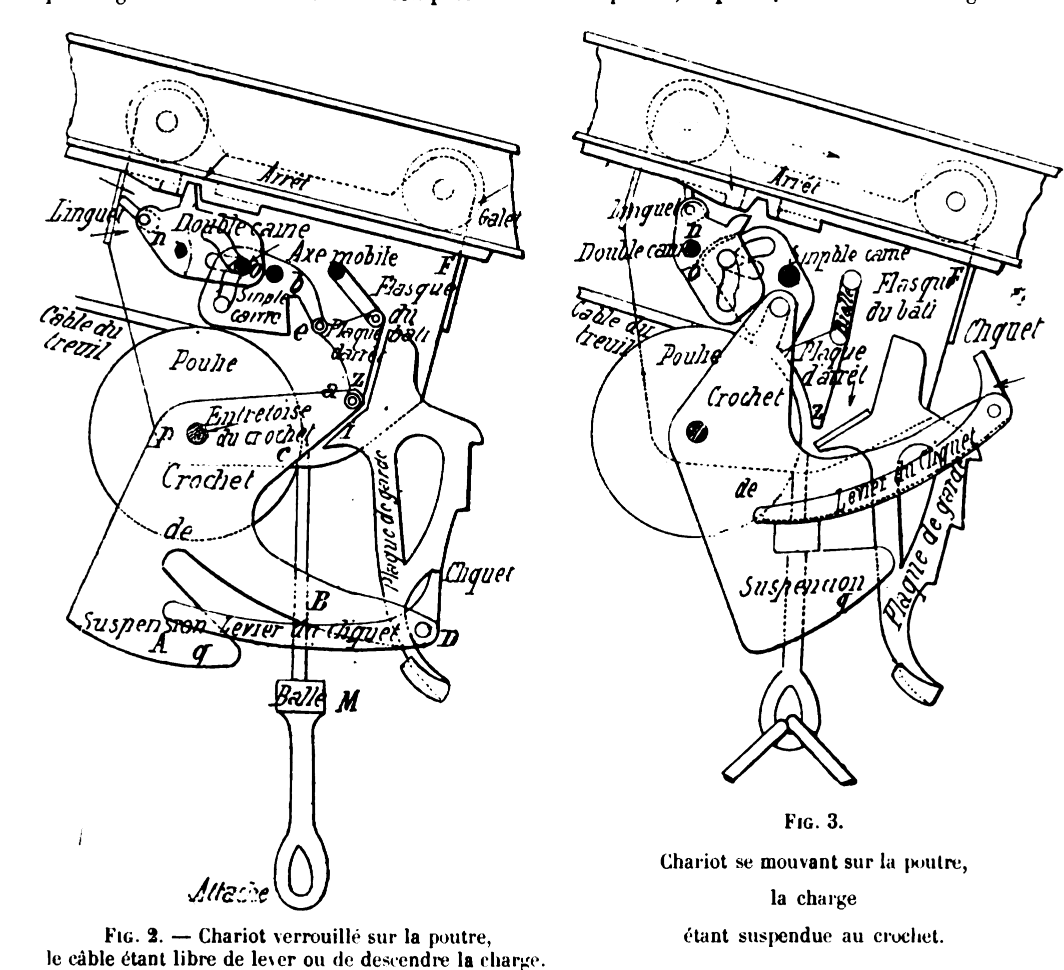


FIG. 2. — Chariot verrouillé sur la poutre, le câble étant libre de lever ou de descendre la charge.

FIG. 3. Chariot se mouvant sur la poutre, la charge étant suspendue au crochet.

Il faut maintenant que le chariot devienne mobile et soit ramené en arrière pour opérer le déchargement. Cela se produit par la suite du mouvement de la balle M, qui a déjà déterminé l'accrochage, et de la traction exercée sur le câble. L'entretoise C est repoussée en arrière par le mouvement en avant de la dent A, et la tête de l'entretoise entraînant la plaque d'arrêt Z vient se loger dans l'évidement e de la simple came (fig. 3). Celle-ci tourne autour de son axe b en entraînant la double came n, et l'arrêt de cette dernière est dégagé de son évidement.

Le câble, continuant son mouvement (car il ne s'arrête ni pour l'accrochage ni pour le retour du chariot), entraîne ainsi le chariot avec la poulie et la charge qui y est accrochée. On voit, en effet, sur la figure 3, que l'arrêt de la double came ne pouvant plus s'engager dans les évidements des ressauts, le chariot sera libre de descendre ou de monter le long de la poutre ; mais si cette dent vient rencontrer un ressaut ayant plus de saillie que ceux placés sur le trajet entre les deux extrémités de la poutre, elle fera tourner la double came, et ce mouvement de rotation ramènera toutes les pièces du mécanisme dans les positions représentées sur la figure 2 : dès lors, en laissant aller le câble, la charge pourra être descendue.

Les figures 4, 5 et 6 indiquent comment le chariot peut être fixé, à la volonté du mécanicien, à l'une quelconque des stations correspondantes aux ressauts et évidements fixés sur la semelle de l'aile inférieure de la poutre. Si, en enroulant le câble autour du treuil, on amène le chariot au delà de la station d'arrêt désignée, le *linguet* ou cliquet fixé sur la double came, et dont le moyeu est constamment sous l'action d'un ressort à boudin qui le maintient dans toutes les directions prises par lui, sous l'influence de la réaction des ressauts,

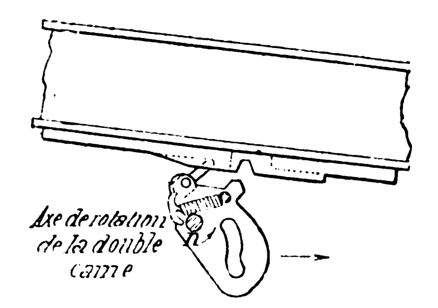


FIG. 4. — Linguet avant d'être retroussé.

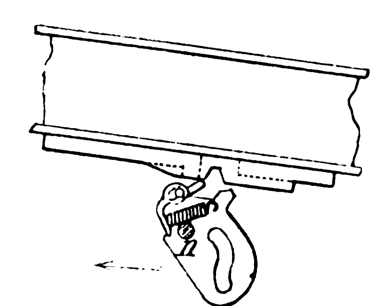


FIG. 5. — Linguet retroussé par l'arrêt.

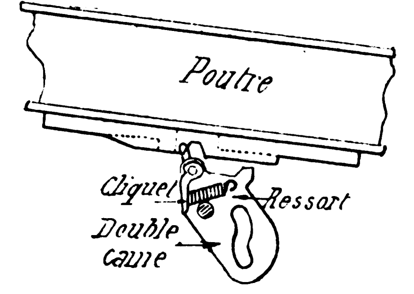


FIG. 6. — Linguet faisant entrer la dent de la double came dans l'arrêt.

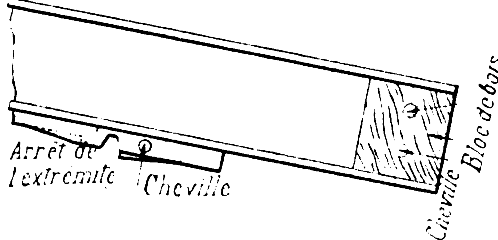


FIG. 7. — Extrémité la plus basse de la poutre, montrant le dernier arrêt et les blocs de bois.

ce linguet, disons-nous, prendra (fig. 5 et 6) la direction de la tangente à la circonférence que décrit l'axe du linguet autour de l'axe



de la double came. Lors donc, qu'après avoir dépassé la station, on donnera au chariot un mouvement en sens inverse de celui indiqué

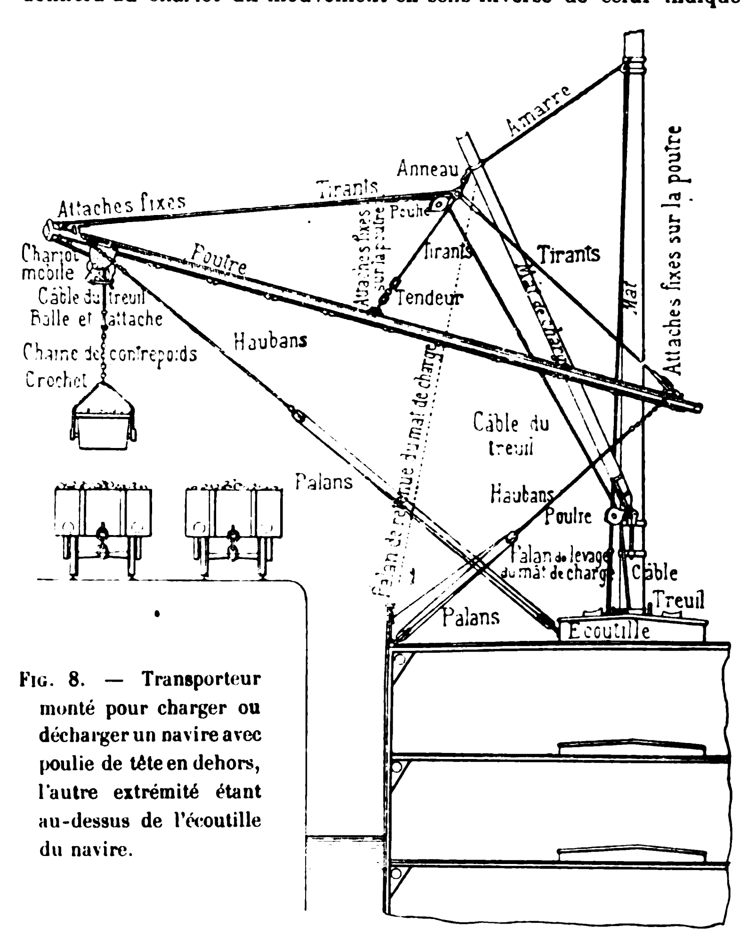


Fig. 8. — Transporteur monté pour charger ou décharger un navire avec poulie de tête en dehors, l'autre extrémité étant au-dessus de l'écoutille du navire.

par les flèches (fig. 4 et 5), la double came tournera autour de son axe, et toutes les pièces du mécanisme occuperont alors, dans une station quelconque, les positions respectives indiquées (fig. 2), et dans lesquelles la charge peut être élevée ou descendue.

Afin d'assurer d'une façon absolue le maintien des organes du mécanisme à la place qu'ils doivent occuper, pour que le fonctionnement du transporteur ne puisse faire défaut, l'axe mobile traverse, non seulement les coulisses de la simple et de la double came, mais encore deux coulisses rectilignes pratiquées dans les flasques du bâti du chariot.

Enfin, lorsque ce dernier arrive à l'extrémité de sa course, il vient buter contre deux tampons fixés sur la poutre et destinés à amortir le choc.

L'inclinaison de la poutre a pour objet de provoquer le mouvement du chariot dans une direction contraire à celle que lui donne le halage du câble portant la charge, lorsque la balle terminant ce câble est venue automatiquement s'accrocher sur le chariot.

Cette description montre que l'appareil Temperley peut être assimilé à une grue à volée fixe et à portée variable. Examinons d'abord son emploi comme *appareil mobile*.

Si l'on s'en sert à bord d'un navire (fig. 8), comme on peut donner à la poutre une longueur de 18 mètres, la marchandise, pour un navire de 8 mètres de largeur, peut être déposée ou prise à une distance qui atteint 14 mètres au delà des bastingages, tandis qu'une grue de port ne pourrait avoir, dans les mêmes circonstances, qu'une portée de 10 mètres.

Les figures 9 à 12, empruntées comme les précédentes à la communication de M. P. Guéroult, qui fournissent des comparaisons entre les zones desservies par les grues de port et les transporteurs Temperley montés sur mâts de charge et actionnés par les treuils du bord, montrent que tout l'avantage est à ces derniers, car ils peuvent, sans qu'on ait besoin de les déplacer, desservir 5 wagons sur les voies parallèles au quai.

Une application très intéressante d'appareils Temperley mobiles a été faite par les diverses marines européennes pour le ravitaillement

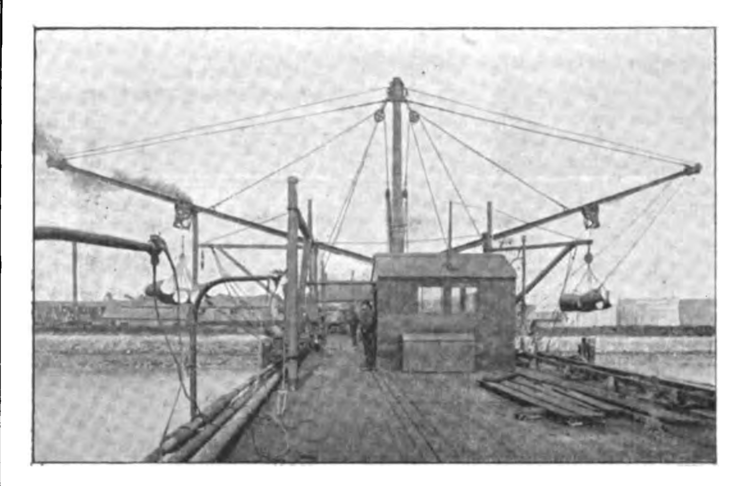


Fig. 13. — Transporteur Temperley : Application à un appontement.

en combustible d'une flotte en pleine mer et en marche (fig. 12), soit qu'on chargeât un torpilleur, soit qu'on amenât le charbon à un cuirassé. On a pu obtenir un transport de 30 à 40 tonnes à l'heure.

On peut encore, dans le cas où les portées seraient trop grandes pour employer des poutres, se servir de câbles inclinés en faisant porter leurs extrémités par des échafaudages circulant sur les voies des quais.

Parmi les installations d'*appareils fixes*, le *Génie Civil* (1) a décrit récemment celle du chantier du collecteur de Clichy, où l'entrepreneur, M. Chagnaud, a pu, grâce à leur emploi, occuper une très faible emprise sur un bras assez étroit de la Seine, et procéder au chargement immédiat des trains de matériaux établis sur le pont de service qui supporte le transporteur. Cette installation, qui fonctionne d'une manière remarquable, possède une capacité de levage de 50 tonnes à l'heure. Elle a déjà opéré sur plus de 60 000 tonnes de matériaux divers sans accident d'aucune sorte.

La figure 13 représente une double application faite sur le wharf de Purfleet, sur la Tamise, pour charger et décharger des barils de pétrole. Chaque transporteur a la longueur suffisante pour opérer sur deux allèges. Ils peuvent, au besoin, opérer sur le même côté du wharf. Lorsqu'ils ne travaillent pas, on les relève le long du mât ; leur portée est de 14 mètres, et ils peuvent traiter chacun, par heure, 2 000 barils vides, ou 500 barils pleins.

M. P. Guéroult a fourni, outre un certain nombre d'applications variées, l'exemple remarquable exécuté à Londres d'un déchargement soit en magasin, soit après avoir traversé ce magasin, d'une mise sur camions circulant dans une voie parallèle (fig. 14, 15 et 16).

La figure 14 représente la coupe transversale d'un magasin de 30 mètres de hauteur situé au bord de la Tamise et accosté par des chalands amarrés sur quatre rangs : la distance extrême mesurée de l'axe du dernier chaland au mur de façade du magasin est de 24 mètres. Comme la Tamise est soumise à des marées atteignant des amplitudes de

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVII, n° 26, p. 401.

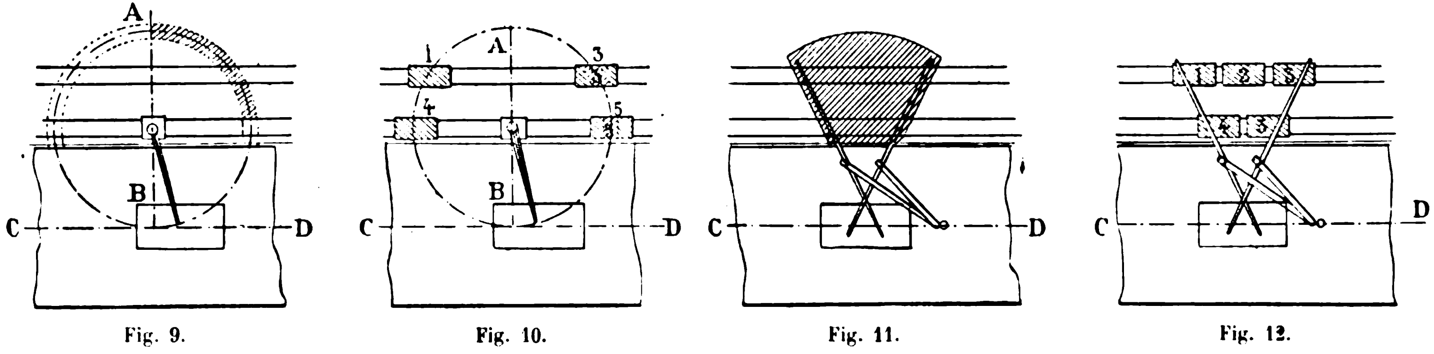


Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12.

Fig. 9 à 12. — Comparaison entre les zones desservies par les grues de port et les transporteurs Temperley montés sur mâts de charge et actionnés par les treuils de bord.

Portée moyenne des grues de port = 8m50. Longueur maximum des poutres = 18 mètres.

mètres, il fallait que la marchandise pût être prise sur chaque chaland en cas d'échouage. Aussi M. Temperley a-t-il installé une longue poutre en acier de 24 mètres de portée, haubannée sur le bâtiment. Cette poutre peut être relevée contre le mur de façade au moyen d'une série de treuils établis sur la terrasse du magasin, et elle se prolonge dans l'intérieur de l'étage A. La marchandise prise dans chacun des chalands peut être transbordée dans un autre ou bien élevée, amenée dans l'intérieur du magasin à l'étage A, et déposée à des distances égales sur le plancher. L'étage B peut être également desservi par le transporteur en abaissant la charpente mobile à laquelle sont suspendues les trois poutres des transporteurs (fig. 16).

On peut, par cette ingénieuse disposition, non seulement mettre directement la marchandise en magasin, mais encore lui faire traverser toute la profondeur du bâtiment pour la décharger dans une rue parallèle au fleuve et dont l'absence de terre-plein rendait l'accès direct impossible.

Il est d'ailleurs facile, pour le déchargement en magasin, d'installer dans l'axe de chaque travée des transporteurs Temperley dans une direction perpendiculaire à celle du transporteur qui dessert la travée, et, par suite, de déposer la marchandise aussi bien dans le sens longitudinal que dans le sens transversal. Le bruit que fait le cliquet du chariot mobile en passant sur les ressauts de la poutre permet à l'homme préposé à la manœuvre du treuil de se rendre compte de la station à laquelle le chariot est parvenu.

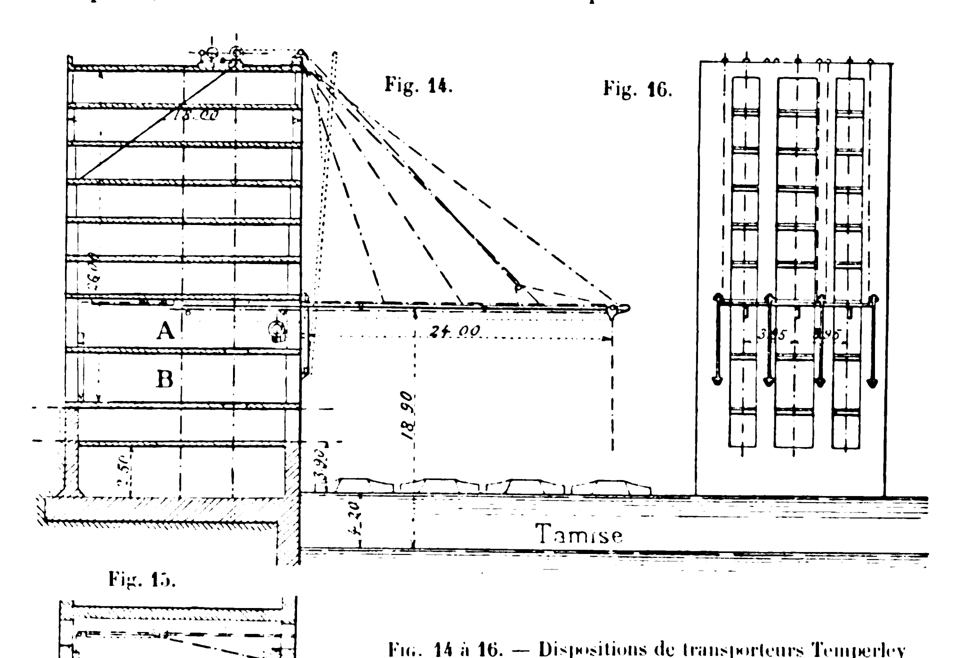


Fig. 14 à 16. — Dispositions de transporteurs Temperley pour la prise en cale et la mise directe des marchandises en magasin.

En résumé, le transporteur Temperley est un appareil extrêmement commode et puissant à la fois, capable d'assurer, d'une manière complète, toutes les opérations de chargement ou de déchargement des navires portant sur des charges de 750 à 1 000 kilog. Le moteur qui l'actionne consiste en un simple treuil mû par la vapeur, le gaz, le pétrole ou l'électricité. Il convient aussi bien aux installations provisoires qu'aux installations fixes, et se prête à toutes les modifications qu'entraînent l'exploitation d'un port fréquenté par des steamers des types les plus divers, la mise en tas des charbons et autres matériaux, la mise en magasin des cargaisons prises aux navires, etc.

Geo. Renel,
Ingénieur civil.

CHEMINS DE FER

LOCOMOTIVE D'EXPRESS A CINQ ESSIEUX
dont deux couplés.

(Planche IV.)

En présence des besoins toujours croissants du trafic et des exigences du public relativement aux trains express, l'administration du Chemin de fer « Empereur-Ferdinand », en Autriche, s'est décidée à créer un nouveau type de machines pour ses trains rapides. Ces locomotives devaient permettre le déplacement de trains relativement lourds avec des vitesses supérieures aux vitesses usuelles, tout en n'augmentant que faiblement le travail des différents organes et en brûlant les combustibles ordinaires.

Les prescriptions du règlement imposent à une pareille machine l'obligation de traîner des trains express pesant 200 tonnes sur la ligne principale du réseau « Empereur-Ferdinand », avec une vitesse constante de 80 kilomètres à l'heure; par un temps favorable, le poids du train peut être augmenté de 10 %.

Cette grande production exigeait une surface de grille de près de 3 mètres carrés et une surface de chauffe d'environ 180 mètres carrés. Il en résultait un tel développement pour la chaudière, qu'on n'osa pas faire porter ce poids sur quatre essieux seulement. On aurait, en effet, dépassé la pression de 7 000 kilogr. posée comme limite pour les essieux moteurs ainsi que la charge pratiquement admise pour les essieux porteurs. On se vit donc obligé d'établir un cinquième essieu porteur qui devint un essieu directeur libre.

Les dispositions générales de cette nouvelle machine sont représentées figures 1 et 2 (pl. IV); nous en empruntons la description à l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens.*

Le châssis rigide de la locomotive repose, à l'avant, sur un train mobile à deux essieux, sur deux essieux couplés, puis enfin sur un essieu porteur à l'arrière. Les deux longerons de ce châssis, en acier Martin très doux, sont d'une seule pièce sur toute leur longueur et sont constitués par des tôles de 35 millimètres d'épaisseur. L'essieu moteur se trouve à 1m400 en avant du foyer, et l'essieu accouplé sous le foyer.

Le train mobile porte en son centre le coussinet du tourillon à rotule, qui constitue sa liaison avec le châssis principal sans cependant servir de point d'appui pour la pression verticale. Sur le train se trouvent, de part et d'autre de ce pivot, deux espèces de crapaudines dans lesquelles glissent les supports latéraux du châssis dont les extrémités inférieures présentent une forme hémisphérique. Les paliers des deux essieux couplés reposent dans les mortaises des longerons principaux extérieurs; ils sont guidés par des joues en fer soudé dont les faces de glissement sont trempées. Des coins en acier permettent de rattraper le jeu. Les paliers de l'essieu porteur arrière ne sont pas guidés dans le châssis, mais présentent un jeu approprié de 10 millimètres dans le sens longitudinal et de 32 millimètres dans le sens transversal pour permettre la libre inscription dans les courbes. La disposition de l'essieu arrière est indiquée sur les figures 1 et 2 (pl. IV).

Toute la partie intérieure des roues (moyeu, rais et jante) est en acier coulé. Les bandages, en acier de creuset, sont fixés sur les jantes d'après le système Glück-Curant; tous les essieux sont en acier de creuset.

La charge est transmise aux essieux par l'intermédiaire de ressorts de suspension. Pour répartir la pression entre les ressorts de l'essieu moteur et de l'essieu couplé, on a disposé de chaque coté un levier longitudinal. Eu égard aux grandes vitesses de la machine, la longueur des ressorts de suspension principaux est supérieure à celle qu'on avait l'habitude d'employer jusqu'à présent. Les ressorts à 19 lames des essieux moteurs, ainsi que les ressorts à 17 lames des essieux du train, qui sont situés à l'intérieur du châssis, ont une longueur de 1 mètre. La largeur de toutes ces lames est de 100 millimètres et l'épaisseur de 10 millimètres.

La chaudière repose sur le châssis : à l'avant, par un support solide et entièrement fixe; à l'arrière, par deux supports latéraux qui portent sur des glissières en bronze du châssis, de façon à permettre la dilatation longitudinale. De plus, la chaudière est soutenue vers son milieu par deux appuis en bronze fixés sur les pièces transversales du châssis.

La chaudière, calculée pour une pression de 13 atmosphères, est entièrement construite en tôles d'acier fondu Martin, à l'exception du foyer intérieur et de la plaque tubulaire dans la boîte à fumée, qui sont en cuivre. Afin d'éviter des corrosions dangereuses, le fond de la chaudière est garni d'une tôle de cuivre de 2 millimètres d'épaisseur, qui vient également recouvrir les différentes rangées de rivets. Les tubes sont en fer soudé (*Schweisseisen*) étiré; à leurs extrémités, côté du foyer, on a soudé des viroles en cuivre qui sont ajustées d'une façon très exacte dans la plaque tubulaire et dont l'étanchéité est obtenue par mandrinage et rivetage. Dans la boîte à fumée, les bouts en fer ne sont qu'ajustés exactement et mandrinés.

Les parois verticales du foyer intérieur sont raidies par des entretoises en cuivre, alors que le ciel du foyer l'est par des entretoises en fer. La partie inférieure de ces entretoises en fer, qui baigne dans l'eau, est recouverte d'une couche galvanique de cuivre, pour la protéger contre la rouille. Dans la première rangée, les entretoises sont articulées, afin de ne pas s'opposer au soulèvement du foyer. Le ciel du foyer extérieur est encore consolidé par des ancrages transversaux en fer forgé qui passent au-dessus du ciel du foyer intérieur.

Les cylindres sont disposés à l'extérieur du châssis de telle façon que leur axe transversal passe par le centre du train mobile et par la projection de l'axe vertical de la boite à fumée. Les tiroirs occupent la partie supérieure des cylindres et sont actionnés par une distribution système « Hensinger de Waldegg » qui est également située à l'extérieur du châssis. Le changement de marche s'obtient depuis la plate-forme au moyen d'un volant et d'une vis.

On n'a prévu pour ces nouvelles machines qu'une détente simple de la vapeur. Comme leur construction sortait, en effet, de l'ordinaire, on a dû chercher à les préserver de toutes les complications accessoires qui peuvent se présenter en cours de route. Or, au moment de leur mise en chantier, les expériences faites sur les locomotives compound pour trains express ne permettaient pas encore de compter sur une sécurité de marche absolue. On s'est donc contenté d'adopter le mode d'action de la vapeur qui est appliqué sur les autres machines d'express de la Compagnie.

La chaudière porte, sur son dôme arrière, deux soupapes de sûreté, genre américain *(pop valves)*, appliquées latéralement et indépendantes l'une de l'autre. La soupape de droite est munie d'une tôle qui a pour but d'assourdir le bruit; elle est réglée exactement à la pression de la chaudière. Celle de gauche n'a pas de tôle et répond à une pression plus élevée d'environ 0,2 atmosphère.

Deux injecteurs servent à alimenter la chaudière; ils sont construits de telle façon que, par un seul amorçage, ils permettent une alimentation continue et régulière pendant la marche, ce qui décharge en partie le mécanicien et le chauffeur.

Le souffleur ne présente rien de particulier. Pour augmenter le tirage on a cependant établi, comme dans les locomotives américaines, une tubulure rétrécie vers le haut et pénétrant dans la base de la cheminée.

Immédiatement en avant de la cabine du mécanicien est disposé un aspirateur double à vapeur pour le frein à vide Hardy; les conduites d'aspiration partent de là, pour se rendre aux deux réservoirs à vide situés sous la plate-forme et extérieurement au châssis, ainsi qu'à ceux du tender et des voitures. On s'est arrangé de telle façon que les freins des voitures et du tender entrent en action les premiers; en continuant à déplacer le levier de manœuvre, on ouvre une soupape intermédiaire qui détermine alors seulement le serrage des freins de la locomotive. La pression des sabots de frein qui agit sur la partie antérieure des roues motrices et porteuses peut atteindre 60 0/0 de l'adhérence.

Le train est chauffé à la vapeur; une soupape spéciale avec détendeur de vapeur est affectée à cet usage.

Par suite de l'adhérence relativement faible de la locomotive, chaque machine est munie d'une sablière, qui peut être actionnée depuis la plate-forme; le réservoir à sable est disposé sur la chaudière entre les deux dômes de vapeur.

Afin de pouvoir mesurer et surveiller la vitesse de parcours, le mécanicien a sous les yeux un compteur de vitesse.

Le graissage des pistons et tiroirs se fait automatiquement; il est mis en marche depuis la plate-forme.

Les dimensions principales et les proportions de la locomotive sont les suivantes :

Diamètre des cylindres	$0^{m}470$
Course du piston	$0^{m}609$
Diamètre des roues motrices et couplées	$1^{m}960$
— — porteuses	$0^{m}970$
Écartement des essieux du train mobile	$2^{m}200$
— total des essieux	$8^{m}350$
— — y compris le tender	$13^{m}880$
Longueur totale entre tampons	$16^{m}9è2$
Nombre de tubes de la chaudière	230
Diamètre extérieur des tubes	$0^{m}0527$
— intérieur —	$0^{m}0472$
Longueur des tubes	$4^{m}110$
Surface de chauffe des tubes	$140^{m2}2$
— — du foyer	$12^{m2}1$
— — totale	$152^{m2}3$
— de la grille	$2^{m2}9$
Pression de la vapeur	13 atm.
Charge de chacun des deux essieux du train mobile (1)	10 700 kg.
Charge de l'essieu moteur	13 750 kg.
— — couplé	13 750 kg.
Charge de l'essieu porteur arrière	10 800 kg.
— totale sur les essieux	59 700 kg.
Poids à vide	53 800 kg.
Adhérence utilisable	27 500 kg.
Effort de traction d'après le calcul	5 075 kg.
— — déduit de l'adhérence	4 125 kg.

Les tenders, qui font partie de ces locomotives, sont à trois essieux, avec un écartement total des essieux de $3^{m}200$: $1^{m}630$ entre l'essieu avant et celui du milieu, et $1^{m}570$ entre l'essieu du milieu et l'essieu postérieur. Le volume du tender est de 15 mètres cubes pour l'eau et de $7^{m3}5$ pour le charbon. Le poids total en charge est de 36 700 kilogrammes.

Les essais entrepris sur ces locomotives ont été très satisfaisants sous tous les rapports et principalement en ce qui concerne la marche très douce à de grandes vitesses et dans les courbes. Malgré le grand écartement des essieux, les machines ont passé très librement les aiguilles et les courbes les plus raides; même à la vitesse maximum de 126 kilomètres par heure, en palier, la marche est restée très douce et sans chocs. Lors du parcours d'essai, une de ces locomotives a traîné par un temps sec un train de 22 essieux, du poids de 203 tonnes, sur une rampe moyenne de 2,589 °/₀, s'étendant sur une longueur de 8 kilomètres; la vitesse a été de 80 kilomètres à l'heure et le travail développé de 1 027 chevaux-vapeur. Durant tout le parcours, on n'a marché qu'avec une détente de 18 à 23 °/₀. Ce résultat dépasse de 36 °/₀ les conditions imposées par le cahier des charges.

Actuellement, six machines de ce système circulent sur les voies de la Compagnie « Empereur-Ferdinand ».

G. S.

CONSTRUCTION RAPIDE D'UNE VOIE FERRÉE
pour la revue du Camp de Châlons (octobre 1896).

Quelques jours avant l'arrivée des souverains russes en France, au mois d'octobre dernier, il fut décidé qu'une grande revue militaire aurait lieu au Camp de Châlons le 9 octobre. Le point sur lequel furent élevées les tribunes destinées aux spectateurs est desservi par les stations de Bouy et de Mourmelon-le-Petit, sur la ligne de Châlons à Reims (fig. 1). C'est à la halte de Bouy que devait débarquer le cortège officiel amené par le train impérial (souverains russes et leur suite), par le train présidentiel (Président de la République avec sa maison militaire, les ministres et les présidents des deux Chambres) et par un train spécial affecté au corps diplomatique et aux commandants de corps d'armée. Tout ce cortège devait se rendre en landau sur le terrain de la revue, par la route de Bouy à la Pyramide.

On dut se préoccuper d'assurer, en outre, le transport des membres du Parlement qui désiraient assister à la revue; mais on se heurta à une grave difficulté provenant de la pénurie des véhicules dans la région et des prétentions excessives des loueurs de voitures pour transporter un si grand nombre de personnes de l'une des deux stations ci-dessus jusqu'aux tribunes.

C'est seulement dans une conférence tenue le 2 octobre au Ministère de la Guerre, que fut décidée la construction d'une voie ferrée de largeur normale pour relier la ligne de Reims à Châlons avec le terrain voisin des tribunes.

Il fut d'abord question de faire partir la voie de la gare de Bouy, station la plus rapprochée de ce point; mais cette solution fut écartée, parce que, le tracé n'ayant pas encore été étudié, il semblait difficile, dans le très court délai dont on disposait, d'établir un projet et d'exécuter les travaux.

La Compagnie des chemins de fer de l'Est proposa de placer la voie sur l'ancienne plate-forme d'une ligne qui avait été construite pour transporter des tourelles cuirassées, mises en expérience au Camp de Châlons, et qui passait à quelques centaines de mètres des tribunes de la revue. La voie devait se développer sur 5 kilomètres environ, mais on ignorait dans quel état se trouvait la plate-forme.

Ce projet fut adopté et le 5e régiment du Génie, à Versailles, fut chargé de l'exécuter. De son côté, la Compagnie de l'Est s'engageait à fournir le matériel (rails, traverses, tire-fond, etc.).

Il fut entendu qu'au point terminus, seraient établies deux voies de garage, assez longues pour recevoir cinq trains composés chacun de 18 wagons au moins.

La *Revue du Génie militaire* (1) vient de publier sur la construction de cette voie ferrée, exécutée en 4 jours, une note qui fait bien ressortir les conditions dans lesquelles s'est effectué ce travail d'une rapidité exceptionnelle. Nous nous proposons d'en résumer ici les principaux passages, en leur conservant, autant que possible, leur concision toute militaire.

Le même jour (2 octobre), à 7 heures du soir, le colonel Lefort, commandant le 5e régiment du Génie, prévenait le chef de la gare des Chantiers, à Versailles, que des ordres allaient lui parvenir au sujet de la formation d'un train destiné à transporter à Mourmelon environ 35 officiers, 950 hommes de troupe, 30 chevaux et 7 wagons

(1) La charge sur les essieux est indiquée pour un niveau d'eau moyen dans la chaudière et pour des bandages de 50 millimètres d'épaisseur. Force des nouveaux bandages, 70 millimètres.

(1) Livraison du 25 novembre 1896.

de matériel, et le pria d'envoyer ces 7 wagons, vers 10 heures du soir, au polygone du régiment. Quelques instants après il réunissait les officiers au quartier et leur donnait connaissance des ordres qu'il venait de préparer pour la mise en route du régiment.

Un capitaine et trois lieutenants partirent le soir même et arrivèrent à Mourmelon le lendemain matin à 6 heures, avec la mission de faire la reconnaissance du tracé de la ligne en projet. Ils furent rejoints, dans l'après midi, par un détachement de 50 hommes de troupe, commandé par un capitaine, qui les aida à tracer une partie de la voie et prépara l'installation ainsi que la subsistance du régiment.

A partir de 9 heures du soir, le régiment se mobilisa en tenue de campagne et prépara les repas pour la route; puis des corvées furent envoyées au polygone pour charger 7 wagons renfermant l'outillage, 15 appareils d'éclairage Wells, etc. Cette dernière opération était achevée entre 3 heures et 4 heures du matin, et le régiment s'embarquait, le 3 octobre, à 7 heures du matin, sous la direction du lieutenant-colonel.

Le colonel se rendait directement à Mourmelon par l'express quittant Paris à 8 h. 10 m., avec l'Ingénieur en chef de la construction de la Compagnie de l'Est et ses adjoints.

Il avait été convenu que, pendant le trajet, on se rendrait compte des ressources en rails, traverses, tire-fond, etc., disponibles sur les différents points du réseau; en main-d'œuvre pour le chargement; en wagons pour le transport, etc. Des ordres furent donnés par télégrammes pour les premières expéditions de matériel.

Arrivé à Mourmelon vers midi avec le détachement d'avant-garde, le colonel parcourut, avec les Ingénieurs de la Compagnie de l'Est, une partie du tracé et reconnut la possibilité d'exécuter la ligne projetée dans le délai fixé, sauf en cas de mauvais temps.

Les dispositions furent définitivement arrêtées avec les Ingénieurs pour l'expédition journalière du matériel.

Fig. 1. — Plan d'une portion du Camp de Châlons, avec le tracé de la voie ferrée construite du 4 au 8 octobre 1896.

Le régiment arriva à 8 h. 25 m. du soir à Mourmelon. Il comprenait dix compagnies qui furent réparties en deux groupes égaux. Chaque groupe devait travailler : un jour de 6 heures à 10 h. 30 m. du matin, puis de 5 h. 30 m. à 11 heures du soir; le jour suivant, de 10 h. 30 m. du matin à 5 h. 30 m. du soir, les groupes alternant entre eux.

Pour les services spéciaux de la brigade de lever, de la gare d'origine et des terrassements, les unités nécessaires étaient prélevées sur le groupe en chantier.

Dimanche 4 octobre. — Malgré les fatigues d'une nuit employée à la mobilisation du régiment et d'une journée passée en chemin de fer, le travail commença dès le 4 octobre, à 6 heures du matin, par le démontage des voies qu'il était nécessaire d'enlever, à l'origine de la ligne, dans la gare de Mourmelon. Des terrassements assez importants furent exécutés pour combler des excavations, élever des remblais au passage de quelques chemins, etc.

L'outillage et le matériel amenés de Versailles furent déchargés et mis en ordre. Enfin des rames de wagons portant les traverses, les rails, etc., pour l'établissement de la voie, furent préparées.

Deux locomotives étaient mises à la disposition du régiment : l'une pour la remorque du train de pose, l'autre pour les manœuvres de gare.

A midi 30 m., les premiers rails étaient placés.

La crainte du mauvais temps et l'importance des travaux engagèrent le colonel à demander l'envoi à Mourmelon de cinq compagnies territoriales de sapeurs de chemins de fer, d'un effectif d'environ 250 hommes, qui accomplissaient une période d'instruction à Versailles.

Dans l'après-midi, à 5 h. 30 m., 300 mètres de voie étaient posés, et le Ministre de la Guerre était informé que 400 mètres seraient, sans doute, mis en place dans la séance du soir.

Ce résultat fut atteint, bien que les hommes eussent souffert d'une pluie pénétrante, qui commença à tomber vers 9 heures, et d'un vent des plus violents qui contrariait le fonctionnement des appareils Wells.

Lundi 5 octobre. — La plate-forme était fortement détrempée; la circulation des hommes portant les traverses et les rails était très pénible. L'écoulement des eaux fut assuré par des rigoles promptement creusées; on perça aussi dans le sol, à l'aide de pinces, des trous dans lesquels les eaux étaient assez facilement absorbées.

Malgré ces difficultés, à midi 40 m., la voie s'avançait à 1 400 mètres de l'origine. A 5 h. 30 m. du soir, le colonel télégraphiait que la tête de la voie était à 1 900 mètres de l'origine, et qu'à 11 heures du soir elle serait probablement à 2 300 mètres.

Dans la soirée, les cinq compagnies du premier groupe, après avoir travaillé de 10 h. 30 m. à 5 h. 30 m., quittèrent le cantonnement de Mourmelon-le-Petit pour aller occuper des baraquements du camp.

Les compagnies territoriales arrivèrent à 6 h. 30 m. et remplacèrent à Mourmelon les cinq compagnies actives.

Dans la soirée et la nuit arrivèrent à Mourmelon environ 100 travailleurs fournis par la Compagnie de l'Est et dont le couchage et la nourriture furent assurés par le régiment. Ces hommes furent surtout employés aux travaux de ballastage et de dressage définitif de la voie.

Mardi 6 octobre. — Les compagnies territoriales commencèrent à travailler à midi. Les cinq compagnies actives du deuxième groupe allèrent occuper des baraquements du camp. Malgré ces mouvements, le travail ne subit aucune interruption.

A 10 h. 30 m., la voie s'avançait à 2 800 mètres; le ballastage était commencé et mis en place sur 600 mètres.

Dans la journée, l'arrivée des trains militaires gêna considérablement la manœuvre et le passage des trains de matériel et de ballast. Les nombreuses difficultés qui se présentèrent furent résolues, de concert avec les représentants de la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

A 11 heures du soir, la voie atteignait la gare terminus; elle était ballastée sur plus d'un kilomètre.

Mercredi 7 octobre. — A 9 h. 15 m. du matin, la voie était posée sur 4 370 mètres et ballastée sur plus de 2 kilomètres; les derniers rails étaient mis en place, à 4 h. 5 m. de l'après-midi.

Au cours de cette journée on commença la construction des quais de débarquement. Du côté de la voie, le revêtement se composait de deux traverses superposées placées de champ et maintenues par deux piquets fichés en terre. Vers l'extérieur, le remblai était assez fortement incliné; la terre nécessaire était prise au pied même du remblai et le fond du déblai réglé suivant le prolongement de la surface du remblai; le sommet du quai était gazonné, et le remblai recouvert de gravier sur la plus grande partie de sa surface.

Les quais exécutés avaient un développement de plus de 1 100 mètres. Chacune des voies de la gare terminus était bordée d'un quai de 450 mètres. Un autre quai de 250 mètres était établi en amont de l'aiguille de cette gare. Grâce à cette disposition, il fut possible de débarquer rapidement et de rembarquer simultanément les voyageurs amenés par les cinq trains qui parcoururent la ligne dans la journée du 9 octobre.

En outre, des heurtoirs en traverses furents construits à l'extrémité des deux voies de garage, des cuves à eau furent mises en place sur des piles de traverses, puis remplies dans la gare terminus.

Jeudi 8 octobre. — Ces travaux furent poursuivis dans la journée du 8, le ballastage terminé, la voie parachevée, les poteaux indicateurs de distance, de pente, etc., furent mis en place. Enfin une ligne téléphonique fut établie sur 6 kilomètres avec trois postes de correspondance.

Dans la soirée et la nuit, les gares et haltes étaient sommairement décorées à l'aide de mâts, de drapeaux et d'écussons.

Les mesures étaient prises pour assurer militairement, dès le lendemain, l'exploitation et la garde de la ligne.

Travaux exécutés. — En résumé, les travaux exécutés en cinq jours sont les suivants :

Pose de 5 700 mètres de voie, de deux appareils complets de changement de voie;

Installation de quatre passages à niveau avec planchers (trois ayant 18 mètres de largeur et le quatrième 8 mètres);

Ballastage de la voie sur tout son développement, presque complètement à l'origine dans une courbe de 150 mètres de rayon, plus sommairement sur le reste du parcours; ce travail a exigé 1 000 mètres cubes environ de ballast amené des environs de Troyes;

Construction de plus de 1 100 mètres de quais revêtus;

Installation et remplissage de cuves à eau pour l'alimentation des machines dans la gare terminus;

Établissement de heurtoirs dans cette gare;

Organisation d'une ligne téléphonique de plus de 6 kilomètres, etc.

Exploitation. — L'exploitation de la ligne s'est faite dans d'excellentes conditions, le jour de la revue (9 octobre), malgré un retard dans l'arrivée des trains et les complications résultant du passage des cortèges et des colonnes. La ligne fut divisée en cantonnements gardés par des gradés et sapeurs; les locomotives, conduites par des mécaniciens de la Compagnie de l'Est, furent pilotées par des officiers ou des militaires du régiment.

Le service d'ordre fut exécuté avec la plus grande régularité sur tout le développement de la ligne et dans les gares.

Nous ajouterons qu'à son retour du camp de Châlons, le Ministre de la Guerre s'est empressé d'adresser au 5e régiment du Génie des félicitations au sujet de la tâche qu'il avait su accomplir dans un si court délai et sans préparation préalable.

Des félicitations étaient également envoyées à la Compagnie de l'Est pour le concours si dévoué qu'elle avait prêté et pour l'exécution si remarquable des transports de matériel.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

NOTE SUR L'ÉTUDE ET L'ESSAI DES VENTILATEURS **à force centrifuge.**

Nous avons récemment donné, dans le *Génie Civil* (1), une analyse d'un important travail de M. B. Donkin, membre de la Société des Ingénieurs civils de Londres, sur le fonctionnement et le rendement des ventilateurs. Nous compléterons aujourd'hui cette note par le résumé d'un autre mémoire présenté à cette Société sur le même sujet et qui offre un véritable intérêt par les données pratiques qu'il renferme (2).

Les expériences effectuées par les auteurs du mémoire ont porté sur les meilleurs types de ventilateurs en usage et ont eusurtout pour but :

1° De déterminer la meilleure forme à donner à un ventilateur et à son enveloppe pour obtenir le débit maximum avec une dépense déterminée de force;

2° De rechercher ensuite expérimentalement le diamètre qu'il convient de donner aux aubes et quelle est la vitesse la plus économique pour un débit et une pression donnés.

Ces expériences ont montré que les ventilateurs composés d'ailettes peu nombreuses et de forme simple donnaient les meilleurs résultats, pourvu que la forme de ces aubes et les dimensions de l'enveloppe soient convenablement établies. Les ventilateurs plus compliqués présentent des résistances internes trop considérables pour offrir un bon rendement mécanique, si ce n'est dans le cas où le refoulement doit se faire à haute pression.

Lorsque l'on étudie le fonctionnement des ventilateurs, on éprouve généralement de grandes difficultés dans la mesure exacte du débit et des pressions, surtout si la vitesse d'écoulement est grande. Aussi doit-on généralement accueillir avec une certaine réserve les résultats d'expériences effectuées sur ces appareils. Pour éviter, autant que possible, les chances d'erreur, les auteurs ont soigneusement essayé et modifié les appareils de mesure jusqu'à ce qu'ils soient arrivés à des résultats qui parussent concordants.

Nous examinerons d'abord le mode général d'opération qu'ils ont suivi.

Les figures 1 et 2 représentent un type assez commun de ventilateur consistant en une partie mobile HK munie de six aubes, par

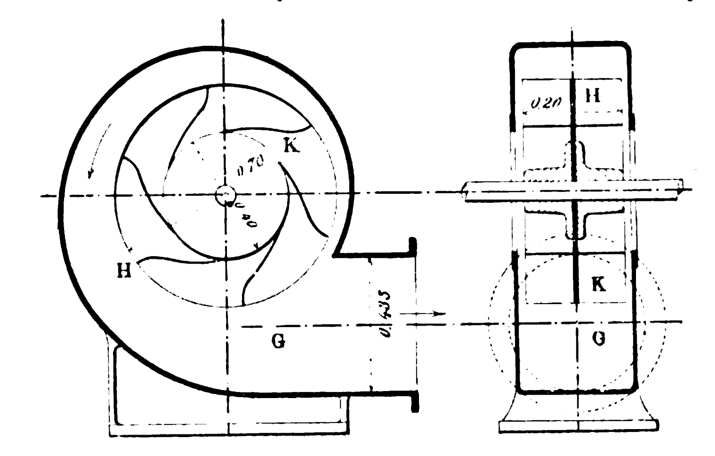


Fig. 1 et 2. — Ventilateur ordinaire de 0m70 de diamètre.

exemple, et tournant à l'intérieur d'une enveloppe. L'admission de l'air se fait par le centre, de chaque côté, et son écoulement par le tuyau G. Supposons qu'un tel ventilateur, tournant à une vitesse constante, refoule l'air à travers une conduite HK (fig. 3) munie en K d'un orifice dont on peut faire varier la section. Admettons que le diamètre de la partie mobile soit de 0m710 et que celui de la conduite de refoulement soit de 0m430. Disposons sur cette conduite deux manomètres à eau A et B communiquant par une de leurs branches avec la conduite au moyen d'un petit tuyau ne dépassant pas, du côté intérieur, la paroi de cette conduite. La seconde branche du ventilateur A, recourbée vers le bas, pénètre dans le conduit et se retourne, dans l'axe de ce dernier, du côté du ventilateur. La seconde branche du ventilateur B communique avec l'atmosphère. La pression en C est celle qui correspond simplement à la compression de l'air, tandis que la pression dans le tuyau D se trouve augmentée d'une certaine quantité qui est fonction de la vitesse. Aussi le manomètre A, qui n'indique que la différence entre les pressions en C et en D ne donnera-t-il que la pression correspondante à la vitesse. Le second manomètre B indiquera, au contraire, la pression statique de l'air.

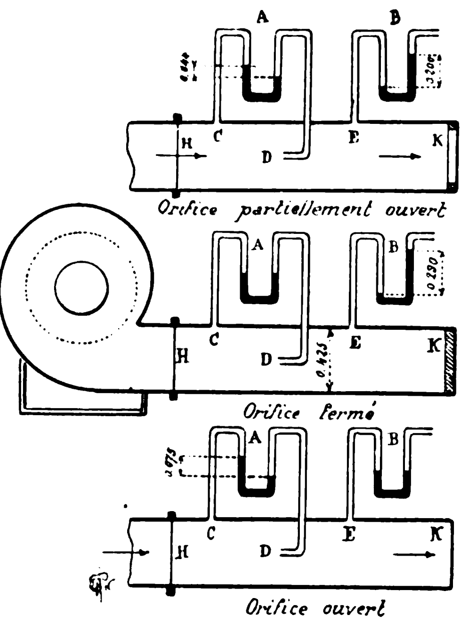


Fig. 3.

Si l'orifice d'échappement est fermé, le manomètre A n'indique aucune pression puisque la vitesse de l'air est nulle, mais le second manomètre B indique une pression maximum qui sera, dans le cas considéré, d'environ 300 millimètres si la vitesse à la circonférence du ventilateur est de 3 657 mètres par minute. Si, maintenant, on ouvre partiellement, de moitié, par exemple, l'orifice extrême de la conduite, le ventilateur considéré débitera environ 226m3 5 d'air par minute, et le manomètre A indiquera une pression de 44 millimètres en colonne d'eau environ. La pression indiquée par le manomètre B tombera à 200 millimètres.

---

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVIII, n° 10, p. 294.

(2) Mémoire présenté à la Société des Ingénieurs civils de Londres, le 17 décembre 1895, par MM. Hammersley Heeman et William Gilber

Lorsque l'orifice était fermé, le débit et, par conséquent, le rendement, étaient nuls. Avec l'orifice ouvert de moitié, le rendement, mesuré en fonction de la pression statique, est d'environ 66 0/0, le ventilateur absorbant une pression de 15 chevaux.

Lorsque l'orifice d'échappement est ouvert en grand, le ventilateur décharge dans l'atmosphère, et le manomètre B n'indique aucune pression, mais le débit a augmenté jusqu'à environ 400 mètres cubes par minute, et l'accroissement de vitesse se traduit, sur le manomètre A, par une différence de niveau de 125 millimètres. L'air n'étant pas comprimé, mais simplement déchargé à la pression atmosphérique, on peut cette fois encore considérer le rendement comme nul. Le rendement est donc égal à zéro dans la première et dans la dernière expérience, la vitesse et la pression étant respectivement nulles. Autrement dit, l'utilisation est nulle pour le débit maximum, ou pour un débit nul. Il existe donc nécessairement, à la vitesse considérée, un débit intermédiaire pour lequel le rendement, mesuré en fonction de la compression de l'air, est maximum. Ce fait, ainsi que d'autres relatifs aux expériences ultérieures, peut se démontrer graphiquement comme suit.

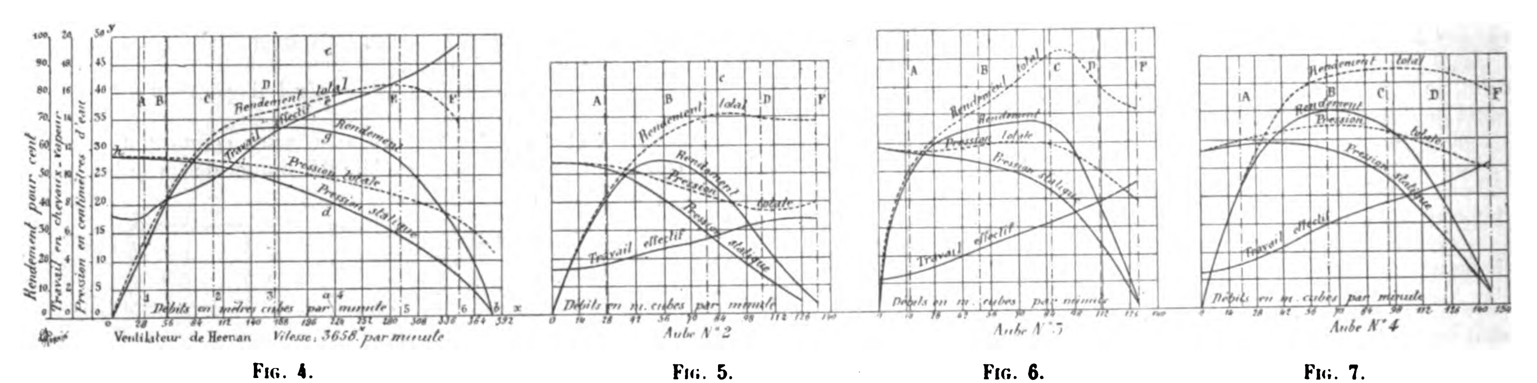


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

Soient deux axes de coordonnées Ox, Oy (fig. 4). Portons en abscisses le débit du ventilateur correspondant à toute section libre de l'orifice extrême de la conduite, par exemple Oa pour la demi-ouverture considérée plus haut, et correspondant, nous l'avons vu, à un débit de 226 mètres cubes. Sur l'ordonnée ac, prenons ad représentant la pression correspondante (200 millimètres) et ac représentant à une échelle donnée la puissance effective absorbée et ag le rendement calculé. Portons de même en ordonnées les valeurs correspondantes des mêmes quantités en O où le débit est nul, en b où il est maximum (400 mètres cubes) et en autant de points intermédiaires que nous le désirerons. Traçons ensuite les courbes contenant les différents points ainsi obtenus. On remarquera que la courbe de compression hb ressemble singulièrement à la courbe caractéristique externe d'une dynamo excitatrice indépendante, la force électromotrice étant portée en ordonnée, l'ouverture variable de la conduite correspondant à la résistance du circuit externe. La résistance interne du ventilateur correspond à la résistance de l'armature de la dynamo. Le point b correspond, dans le cas de la dynamo, à la création d'un court circuit.

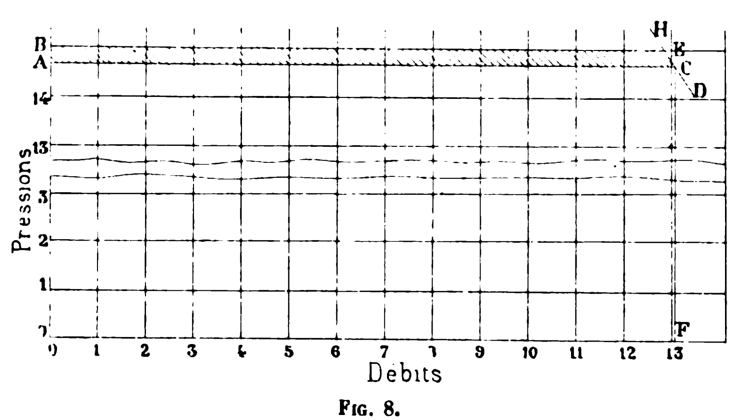


Fig. 8.

Ces courbes, pour toute vitesse donnée des aubes peuvent être considérées comme les courbes caractéristiques correspondantes du ventilateur, et représentent réellement sa capacité.

Si l'on se reporte à la figure 4, on verra que la puissance absorbée par le ventilateur croît en raison directe de la section de l'orifice de sortie, en même temps que s'accroît le débit.

Il est nécessaire, pour tracer la courbe d'utilisation de la figure 4, de connaître le travail accompli par le ventilateur, et qui peut être estimé comme suit, dans la supposition où l'appareil aspire l'air dans l'atmosphère et le refoule dans un réservoir sous pression. Soient OF et FC (fig. 8) le volume primitif et la pression de l'unité de volume d'air, et AB la pression mesurée au manomètre à eau produite par la ventilation. L'air est comprimé suivant la courbe adiabatique DCE et refoulé du ventilateur dans le réservoir à une pression uniforme représentée par la ligne EB; la surface hachurée EBAC représente le travail effectué. On a supposé, dans le tracé de la figure 8, que la pression AB, mesurée en colonne d'eau, était égale à 10 pouces, pression rarement atteinte avec les ventilateurs de grand diamètre. Le travail accompli par le ventilateur peut donc se représenter pratiquement par le rectangle de côtés AB et AC, en négligeant les petites pertes en EC dues à la courbe de compression. Le travail accompli, exprimé en chevaux, sera donc, par unité de poids d'air débité *(lb)* :

$$\frac{V \times i}{6{,}352} \qquad [1]$$

où : V = volume débité, en pieds cubes,
i = pression au refoulement, en pouces d'eau.

Il semble rationnel d'admettre que la compression se produit suivant la courbe adiabatique, parce que la rapidité avec laquelle l'air circule dans les conduits ne lui permet pas d'échanger de calorique avec les parois.

Nous pouvons maintenant examiner quelles sont les modifications que subissent les courbes quand on change la forme des aubes. Supposons, d'abord, que nous ayons affaire à un des types de ventilateurs représentés figures 1 et 2, auquel on applique successivement les aubes représentées figure 9 et portant les numéros 2, 3 et 4. Les angles que font les extrémités de ces trois aubes, avec un plan tangent au point considéré, sont de 25° sur le cercle intérieur et, respectivement, de 35°, 60° et 90° à la circonférence extérieure, la partie mobile du ventilateur ayant un diamètre extérieur de 0^m431 et une largeur de 0^m203. L'angle extérieur de ces aubes a été déterminé de manière que l'air arrive sans choc sur la surface de l'ailette; on l'a obtenu en composant la vitesse radiale de l'air avec la vitesse tangentielle. Cet angle ne serait évidemment pas strictement le même pour toutes les vitesses, mais les petites différences que l'on pourrait relever n'ont qu'une importance très secondaire. Les figures 5, 6 et 7 donnent la forme des courbes caractéristiques pour ces formes d'aubes, à la vitesse tangentielle de 3 657 mètres par minute.

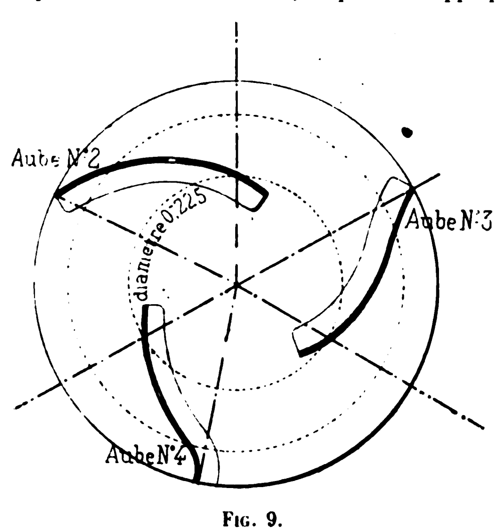


Fig. 9.

On voit, à la seule inspection de ces figures, que c'est la forme nº 4 qui donne les meilleurs résultats. L'aube nº 3, dont l'angle à la circonférence extérieure est de 60°, n'est pas, en réalité, très inférieure, mais les aubes nº 2, dont l'angle est de 35°, donnent une utilisation inférieure, grâce à la chute rapide de la courbe de compression, à mesure que le débit augmente.

On trouvera (fig. 10) la disposition générale des appareils employés pour mesurer la puissance effective absorbée, le débit, la pression au refoulement et la vitesse, pour les ventilateurs de faible diamètre.

Le ventilateur est mû au moyen d'un arbre intermédiaire B par une machine rotative C. La conduite de refoulement du ventilateur débouche dans un gros tuyau E ayant 0^m760 de diamètre et 5^m50 de longueur. Vers le milieu de cette conduite, on a disposé une embase annulaire sur laquelle on peut fixer des plaques métalliques, perforées d'orifices, dont le diamètre varie depuis 0^m120 jusqu'à 0^m457. L'extrémité du tuyau E débouche dans l'atmosphère par un orifice G

de section déterminée, devant lequel se trouve disposé un anémomètre indiquant la vitesse du courant d'air, et que l'on peut, à l'aide du levier qui le supporte, amener en face des différents points de l'orifice.

La poulie H, commandant le ventilateur, folle sur l'arbre, est entraînée par un dynamomètre de rotation du système Emerson. Un compteur enregistre le nombre de tours de l'arbre intermédiaire. Le dynamomètre fut essayé et vérifié, à la fin des essais, au moyen d'un frein de Prony placé sur la poulie H. Un tachymètre K, entraîné par l'arbre B à l'aide d'un ressort héliçoïdal, permettait de régler à volonté la vitesse de rotation. On vérifiait les indications du tachymètre à l'aide d'un petit compteur à main L dont on venait appliquer la pointe, quand il était devenu nécessaire, sur l'arbre même du ventilateur.

On relevait, suivant la section MM, la vitesse et la pression dans la conduite de refoulement. La vitesse variait dans une très large mesure, suivant la distance de l'axe à laquelle on plaçait l'orifice inférieur du tuyau communiquant avec le manomètre. On trouva, dans la suite, inutile de mesurer la vitesse en ce point, qui peut être facilement calculé, puisque l'anémomètre C donne le débit.

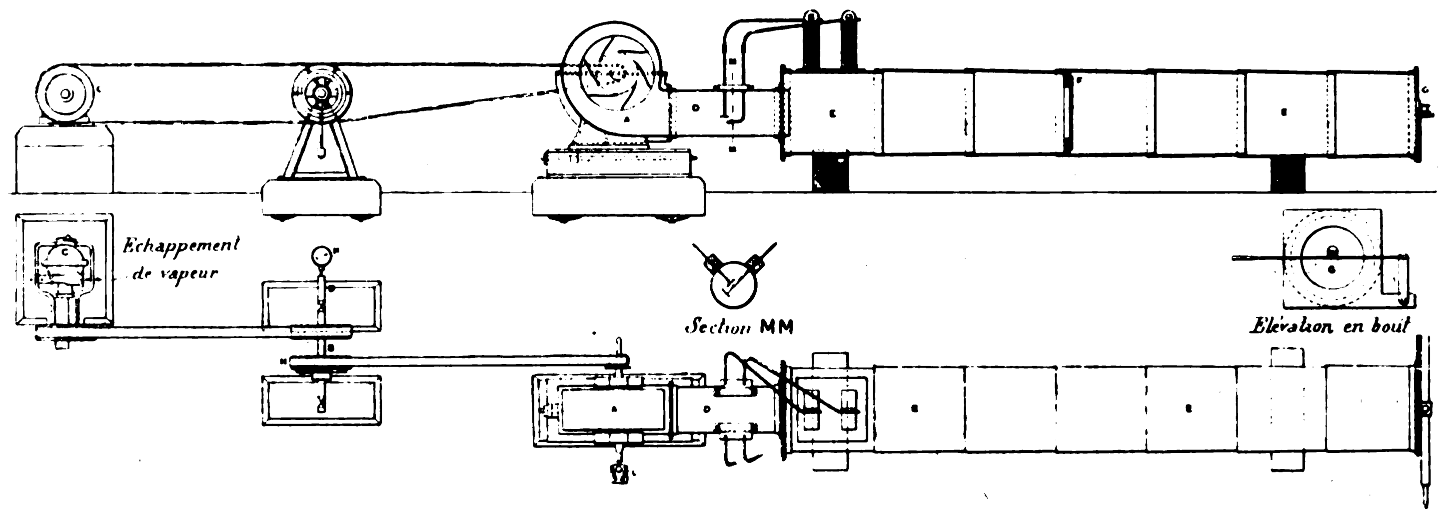


Fig. 10. — Disposition générale des appareils de mesure.

Si l'on divise la section transversale du conduit de refoulement en un certain nombre de zones, la somme des produits de la racine carrée de la pression au manomètre correspondant, multipliée par l'aire de cette zone et par un coefficient convenable, donne le débit total du ventilateur.

La mesure des pressions présenta quelques difficultés. L'extrémité du tube de manomètre, disposée radialement, entraînait la formation de remous, créant un vide au manomètre. On put éviter complètement cet inconvénient en disposant, sur l'extrémité de ce tube, une petite plaque à bords coupants, comme on le voit figure 11.

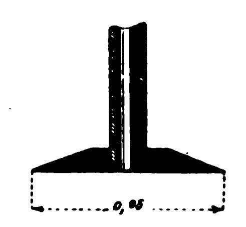


Fig. 11.

Afin d'obtenir des résultats d'expériences permettant de tracer les courbes caractéristiques, on avait disposé sept chicanes en tôle, désignées par les lettres ABCDEF, comportant des orifices circulaires de section graduée, qui pouvaient se monter sur l'anneau F placé au milieu du conduit E. Pour chacune des plaques, on notait, en double observation, le débit, la pression et la puissance absorbée par le ventilateur pour les vitesses successives de 1 524, 1 830 et 3 657 mètres par minute. En raison du glissement de la courroie ou pour toute autre cause, il fut impossible de maintenir la vitesse du ventilateur parfaitement constante pendant un temps appréciable. On put cependant établir les lois suivantes, dont l'exactitude fut prouvée dans la suite :

Pour une résistance constante :

1° Le débit varie en raison directe de la vitesse :
2° La pression varie en raison du carré de la vitesse ;
3° Le travail effectif absorbé varie comme le cube de la vitesse.

En s'appuyant sur ces lois, on a pu tracer les courbes caractéristiques pour les vitesses énoncées plus haut. Par exemple (fig. 4), pour une vitesse donnée, sur l'axe des X, on porte en O_1, O_2, O_3.... O_6, les volumes successivement débités par les plaques ABC.... F à cette vitesse constante, ces débits étant mesurés au moyen de la courbe spéciale qui les concerne.

On menait ensuite les ordonnées 1A, 2B, etc.. et on marquait, sur l'ordonnée correspondant à chaque plaque, la pression et la puissance effective relevée sur les courbes d'interpolation dont nous avons parlé. On avait ainsi les éléments nécessaires au calcul de la courbe de rendement. Si *Oa* représente, par exemple, un débit quelconque, *ad* donne la pression correspondante de l'air, *ae* la puissance effective absorbée et *ag* le rendement correspondant. La comparaison des courbes caractéristiques de deux types donnés de ventilateurs, pour une même vitesse à la jante, donne une idée complète de leur mérite relatif.

La figure 12 représente les courbes obtenues pour une vitesse à la jante de 3 657 mètres par minute, avec un ventilateur de 0m406 de diamètre, dont les faces latérales présentaient une certaine conicité, alors que celles des ventilateurs Heenan, précédemment essayés, étaient parallèles. Le diamètre de la conduite d'aspiration du ventilateur considéré étant de 150 millimètres, la largeur des aubes était, respectivement, de 0m184 et de 0m028 aux circonférences intérieure et extérieure. Ce ventilateur tournait dans une cage concentrique, laissant un jeu latéral de 0m030. Lorsque l'orifice de sortie était fermé, on obtenait une pression en colonne d'eau de 0m240. La pression tombait rapidement, à mesure que le débit augmentait, et ne dépassait pas 0m200 pour le fonctionnement normal. Le rendement était assez faible.

La figure 13 donne les courbes obtenues avec un ventilateur de 0m 305 de diamètre, présentant une largeur d'aube maximum de 0m 070, tournant à une vitesse tangentielle de 3 657 mètres par minute. La cage du ventilateur avait un diamètre de 0m584; cette boîte était en fonte, et l'angle à la jante des aubes était de 30°. La pression maximum ne dépassa pas 0m 110. L'accroissement du volume de la chambre du ventilateur diminue dans une large mesure les trépidations et le bruit.

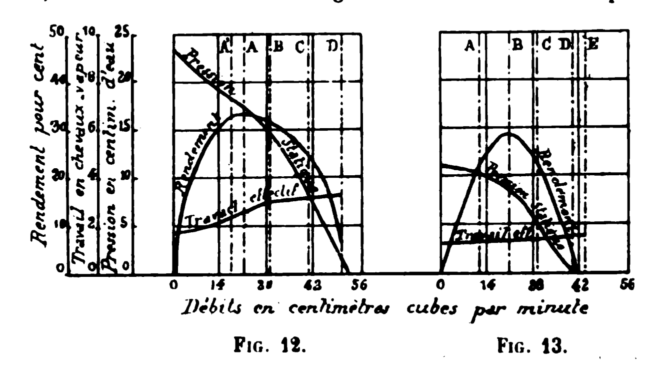


Fig. 12. Fig. 13.

Les auteurs ont effectué plusieurs séries d'expériences sur des ventilateurs de mines, une entre autres sur un ventilateur du système Heenan installé aux charbonnages de Parth End et dont nous allons rendre compte.

Ce ventilateur, représenté figure 14, a un diamètre de 2m13 et une largeur de 0m610. Il tourne dans une chambre dont la partie inférieure est en briques et la partie supérieure en tôle, ainsi que la cheminée d'échappement évasé qui y prend naissance. Ce ventilateur était actionné par une machine horizontale sans condensation dont le cylindre avait un diamètre de 0m 308 et une course de 0m451.

L'entraînement était produit au moyen de deux câbles en fils de coton. La machine était d'un ancien type et n'avait pas été construite spécialement pour commander un ventilateur; elle était alimentée de vapeur à la pression de 2kg81.

Afin de créer des résistances variables sur le ventilateur, on fixa sur l'orifice d'échappement trois madriers de 0m230 × 0m076 sur lesquels on clouait des planches transversales pour réduire la section dans la proportion désirée. Un tachymètre, commandé par une courroie montée sur l'arbre du ventilateur, permettait de contrôler et de régler la vitesse de l'appareil. On vérifiait fréquemment le nombre de tours au moyen d'un compteur à main. Un autre compteur était adapté à la machine motrice.

On pouvait estimer le débit au moyen d'un anémomètre monté sur l'orifice supérieur de la cheminée d'évacuation du ventilateur. La surface de cet orifice était divisée, au moyen de fils de fer convenablement tendus, en huit rectangles égaux. L'anémomètre fixé à un petit tube métallique, était maintenu successivement pendant un quart de minute au-dessus de chacun de ces rectangles. En général, dans cet appareil, la vitesse de l'écoulement de l'air était sensiblement uni-

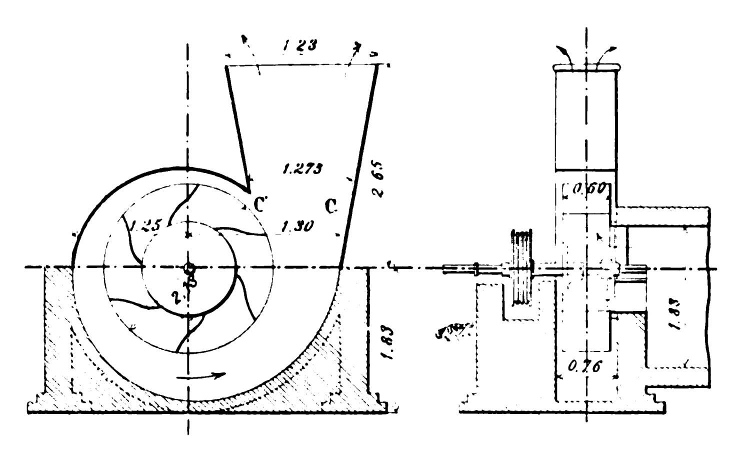


Fig. 14. — Ventilateur Heenan de 2m13 de diamètre.

forme en tous les points de l'orifice, sauf lorsque le ventilateur tournait lentement.

La section de l'orifice fut modifiée quatre fois et, pour chaque section, on opérait les relevés pour des vitesses successivement croissantes de 1 220 mètres, 1 524 mètres, 1 830 mètres, 2 134 mètres et 2 440 mètres. Chacune des lectures durait deux minutes et se trouvait répétée deux fois. Un expérimentateur, placé dans la chambre de la machine et mis en relation par une sonnette électrique avec les opérateurs chargés de l'anémomètre et du compteur de tours, prenait des diagrammes au moment même où l'on opérait les autres

port déterminé, donné par la pratique, et, le diamètre extérieur étant trouvé, on en déduit le nombre de tours correspondant à la vitesse tangentielle désirée. Dans l'étude d'un ventilateur, on doit toujours s'arranger pour que le fonctionnement corresponde au point *g* sur la courbe de rendement (fig. 4); l'appareil a ainsi un débit qui est un peu supérieur à la moitié de celui qu'il présenterait s'il déchargeait librement dans l'atmosphère.

Notons, en passant, que toutes les indications relevées sur un ventilateur refoulant et aspirant directement dans l'atmosphère, ne per-

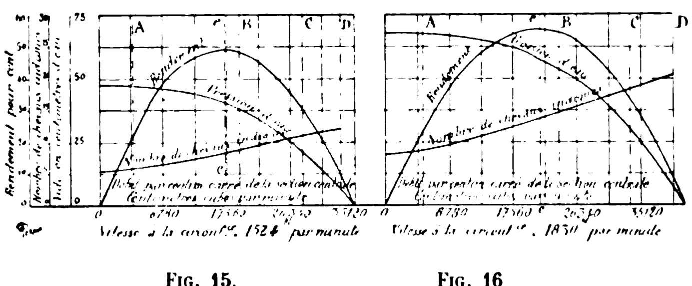


Fig. 15. Fig. 16

mettent guère, contrairement à l'opinion reçue, de se former une idée sur son rendement et sa valeur pour le fonctionnement normal.

Étant donné que les ventilateurs sont ordinairement étudiés pour fonctionner dans des conditions correspondant à un point donné de la courbe caractéristique, il serait commode de pouvoir obtenir une série unique de courbes donnant tous les renseignements relatifs à ce point particulier pour toutes les vitesses. Ces courbes peuvent s'obtenir comme suit. On trace l'ordonnée passant par le point de la courbe caractéristique correspondant à la meilleure utilisation, pour différentes vitesses entre les débits minima et maxima. On prend ensuite les vitesses comme abscisses, les pressions, puis les débits par unité de surface de la section centrale comme ordonnées; la valeur de l'utilisation en fonction de la pression seulement étant marquée sur la courbe des débits.

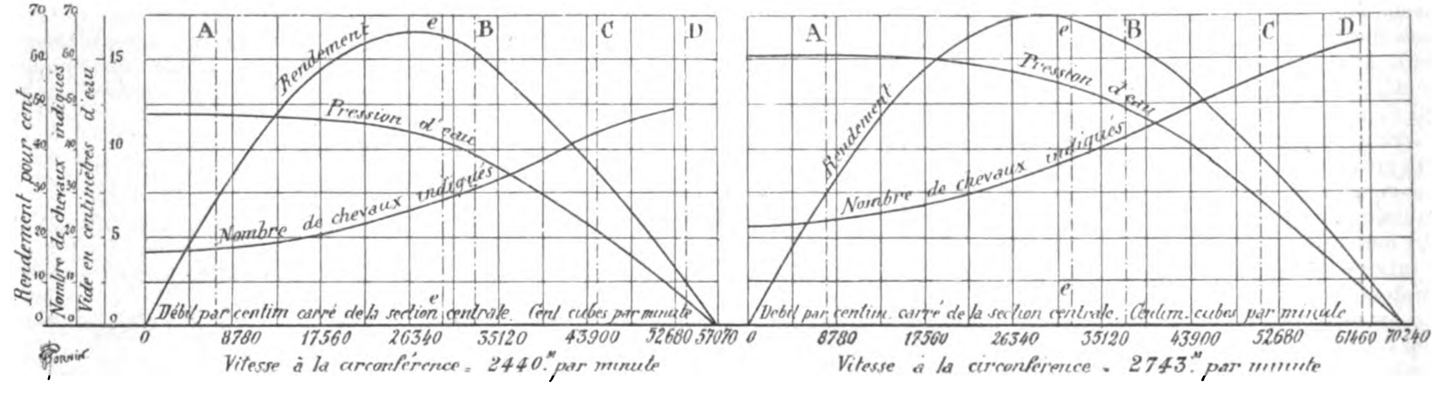


Fig. 17. Fig. 18.

relevés. Le degré de vide produit à l'aspiration par le ventilateur était indiqué par un tube manométrique à eau placé près de l'orifice d'aspiration du ventilateur.

On avait placé en CC (fig. 14), à la base de la cheminée, trois autres manomètres.

Les figures 15 à 18 représentent les courbes relatives aux résultats obtenus dans cet essai. Les lignes ponctuées *ee* correspondent à la résistance normale subie par l'appareil lorsque l'orifice de la cheminée était entièrement libre. L'utilisation augmentait avec la vitesse; elle était de 67,2 °/o pour une vitesse tangentielle de 2 400 mètres par minute et de 70,3 °/o pour une vitesse de 2 700 mètres.

Le ventilateur avait été établi pour un débit normal de 566 mètres cubes à la minute, à une vitesse de 300 tours et pour une dépression calculée de 89 millimètres d'eau. Si on se rapporte aux diagrammes, on trouve que, pour une vitesse de 318 tours correspondant à une vitesse tangentielle de 2 130 mètres par minute, la dépression était de 87 millimètres et le débit de 651 mètres cubes. Ce ventilateur était donc bien calculé et proportionné au travail qui lui était demandé.

Si l'on a tracé les courbes caractéristiques pour toutes les vitesses pratiques, on peut trouver rapidement les dimensions à donner à un ventilateur pour obtenir un débit déterminé à une pression donnée en opérant comme suit :

On recherche d'abord à quelle vitesse tangentielle on obtient la pression demandée près du point de rendement maximum. On connaît ainsi le rendement et le débit par unité de surface du conduit d'aspiration, ce qui permet de déterminer le travail effectif demandé à la section considérée puisque l'on connaît le débit. On conserve entre les diamètres extérieur et intérieur du ventilateur un rap-

On trouvera figure 19 une série de courbes de ce genre établies pour des ventilateurs installés à bord des navires. Le fonctionnement normal

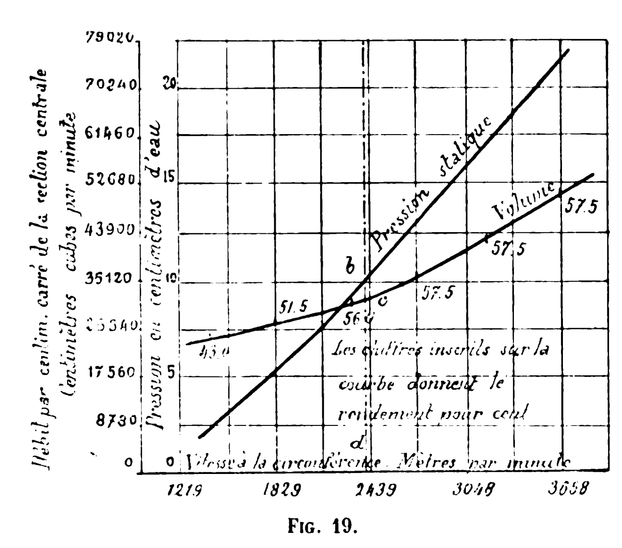


Fig. 19.

ne correspond pas exactement au rendement maximum, mais à un point correspondant à un débit supérieur de 10 à 15 °/o.

Paul Jayez.

TRAMWAYS

LES TRAMWAYS ÉLECTRIQUES

(Suite et fin [1].)

Voie. — Dans le chapitre concernant la *Voie*, nous signalerons seulement les nombreux types d'éclissages électriques que donne l'auteur et grâce auxquels on peut éviter les *actions électrolytiques* produites par les fuites de courant, sur les conduites d'eau ou de gaz.

Un joint électrique est tout nouveau : c'est le *Plastic rail bond*, formé d'un disque de métal mou et inoxydable qui assurerait toujours un contact parfait entre les rails et les éclisses.

Distribution du courant. — 1° *Par conducteurs aériens.* — Les *tramways à conducteurs aériens* sont aujourd'hui si connus que nous croyons pouvoir passer les détails que donne l'auteur sur les divers systèmes de trolley, le mode de suspension des lignes, la protection des conducteurs, etc.

2° *Par conducteurs souterrains.* — Les *tramways à conducteurs souterrains* sont moins nombreux et relativement plus récents.

Dans ce système, les conducteurs sont logés, comme nous l'avons déjà indiqué, dans un caniveau établi sous la chaussée et ouvert suivant une fente longitudinale. La prise de courant se fait par un trolley inférieur ou par un frotteur; mais, en raison de l'exiguïté de la fente, on ne peut transmettre le courant à la voiture, par une perche, comme dans le cas des conducteurs aériens. Il faut adopter un support plat qui puisse facilement glisser dans la rainure.

Un bon caniveau doit évidemment satisfaire aux conditions ci-après :

1° Être indéformable. En particulier, il faut que sous les lourdes charges qui circulent dans les rues ou sous la poussée du pavage en bois, quand la chaussée comporte un tel mode de revêtement, les bords de la rainure ne se rapprochent pas jusqu'à empêcher le passage du plateau conducteur;

2° Assurer un écoulement rapide des eaux pluviales ou d'arrosage;

3° Être facile à nettoyer;

4° Permettre de changer les isolateurs et les conducteurs sans qu'il soit besoin de démolir la chaussée.

La rigidité du caniveau peut toujours être obtenue. Il suffit d'employer des ossatures appropriées aux efforts auxquels il faut résister.

Le nettoyage du caniveau et l'écoulement des eaux qui s'y introduisent est, d'autre part, bien facile à réaliser dans les voies où il existe un réseau d'égouts. On établira, tous les 100 mètres, par exemple, une communication entre l'égout et la galerie; l'eau pluviale ou d'arrosage s'y dirigera d'elle-même en suivant la pente du caniveau c'est-à-dire celle de la rue. Quant aux boues et détritus, il suffira, pour les évacuer, de promener, de temps en temps, dans le caniveau, un balai accroché aux voitures. On facilitera au besoin cette opération par un arrosage abondant.

Une chute de neige importante est un obstacle plus sérieux. Aux États-Unis, on a eu, de ce fait, à constater quelques arrêts; mais il convient d'ajouter qu'à ce moment les autres tramways étaient également en détresse.

Ce qui paraît être plus gênant, c'est quand il se produit un dégel superficiel, alors que la température du sol est encore au-dessous de zéro. L'eau qui passe par la fente se gèle, au contact des rails de rainure, et peut alors l'obstruer. On ne saurait, toutefois, s'effrayer de telles éventualités qui doivent se produire bien peu souvent et contre lesquelles il est d'ailleurs facile de se préparer.

La largeur de la rainure ne saurait être arbitraire. D'abord, il ne faut pas que les roues des voitures ou des bicyclettes courent le risque de s'y engager. Ensuite, elle doit être telle que les passants ne puissent établir de contact avec les conducteurs. Il est même désirable d'adopter une disposition telle que ceux-ci soient complètement invisibles du dehors.

A Paris, la largeur maximum imposée est de 29 millimètres. On descend encore plus bas en Amérique (20 millimètres).

L'appareil servant pour la prise du courant présente quelques sujétions particulières. En particulier, il doit être muni de joues ou d'avant-becs en acier, afin de pouvoir chasser ou briser les pierres qui s'engageraient dans la rainure. Il faut aussi le protéger contre l'usure inévitable qui se produit pendant son déplacement, par suite de son frottement contre les bords de la fente. Mais il est nécessaire que, tout en étant très solide, il jouisse d'une certaine souplesse, de manière à se placer de lui-même bien au milieu de la rainure et à conserver son contact avec les conducteurs pendant les soubresauts de la voiture au passage des éclisses.

La fente par laquelle passe le frotteur se place soit dans l'axe de la voie, soit le long de l'un des rails.

La première disposition est d'un usage exclusif aux États-Unis où, en raison de l'instabilité fréquente du sous-sol des rues, on cherche à avoir des voies bien symétriques. En Europe, on préfère la deuxième qui a l'avantage de ne pas modifier l'aspect ordinaire des voies et de supprimer la surface glissante formée par les rails centraux.

M. Maréchal étudie en détail les caniveaux de Blackpool, Budapest, Berlin, Washington, New-York, ceux projetés à Paris, etc. Les préférences de l'auteur paraissent être, surtout quand il s'agit de rues à circulation aussi intense que celles de Paris, pour un caniveau central d'une hauteur de 0m 90 environ, suffisante pour qu'un homme puisse y circuler assis sur un chariot bas.

Ce qu'il faut surtout rechercher, dans un caniveau, c'est de pouvoir accéder facilement aux isolateurs, afin de les visiter périodiquement et de les changer rapidement s'ils venaient à brûler ou à se détériorer. Or, pour cette besogne fort simple, on n'a pas besoin de se promener dans une galerie comme dans un égout. Une petite galerie combinée d'après ces principes reviendrait, en somme, sur les lignes à double voie, à un prix comparable à celui du double caniveau, tout en offrant un coefficient de sécurité beaucoup plus grand.

3° *Par conducteurs placés au niveau du sol.* — Les tramways à conducteurs interrompus établis au niveau du sol sont tout à fait récents. Nous en avons un exemple à Paris, avenue de la République (système Claret et Wuilleumier) [1]. Un autre (système de la Westinghouse Company) existe à Washington. Ces systèmes sont assez compliqués et exigent l'établissement de nombreux distributeurs placés sous la chaussée ou sous les trottoirs. Dans le système Diatto, qui doit être appliqué prochainement à Tours et à Saint-Nazaire, on a grandement simplifié le fonctionnement des distributeurs; si ce système se comporte bien, il pourra lutter, comme économie, avec le trolley, principalement sur les lignes à simple voie.

Tramways à accumulateurs. — Dans le chapitre relatif aux *tramways à accumulateurs*, nous relevons surtout des renseignements nouveaux sur les accumulateurs *à charge rapide*, employés depuis peu en Allemagne et qui vont être appliqués à Paris sur plusieurs lignes de tramways. On sait que les batteries actuelles doivent être chargées en trois ou quatre heures, ce qui conduit à avoir deux batteries par voiture et à manœuvrer, aux terminus, un poids considérable quand il faut remplacer la batterie épuisée par une autre nouvellement chargée. Les accumulateurs à charge rapide, pouvant être chargés en dix minutes à un quart d'heure, permettent de supprimer toutes ces manutentions, en même temps qu'ils dispensent de l'achat d'une seconde batterie. La charge se fait, sur la voiture même, en reliant la batterie à des prises de courant.

Dépenses. — Nous laissons de côté le *matériel roulant* et les *stations centrales* pour arriver à un chapitre qui sera consulté avec fruit, non seulement par ceux qui s'occupent spécialement de traction, mais encore par les nombreuses personnes qui s'intéressent à cette question, si pleine d'actualité, des transports en commun dans les villes : c'est le chapitre des *dépenses*.

Dépenses de premier établissement. — Il s'agit d'abord des dépenses de premier établissement et, en particulier, de celles concernant l'*équipement électrique* des voies et l'installation des *usines*.

Dans le prix de l'*équipement électrique* des tramways à conducteurs aériens, un élément très variable est constitué par les poteaux. On n'accepte pas généralement en Europe de poteaux en bois; ceux qui sont le plus souvent employés sont des poteaux tubulaires en fer ou en acier. Un poteau métallique convenable coûte environ 300 francs mis en place. On obtiendra le prix du kilomètre de ligne (voie simple) en ajoutant à la dépense de poteaux, calculée à raison de 50 poteaux par kilomètre, une somme de 7000 francs pour le matériel électrique (conducteurs, isolateurs, haubans, connexion des rails) et pour la pose.

Pour une voie double, la dépense relative aux poteaux et aux haubans tendeurs reste la même. Il faut seulement ajouter les connexions électriques de la seconde voie, le deuxième fil aérien et ses isolateurs. C'est une somme d'environ 4000 francs.

Quand la ligne est supportée par des poteaux-consoles, il ne faut plus que 25 poteaux par kilomètre. S'il s'agit d'une ligne à simple voie, on adoptera des consoles à un seul bras (350 francs pièce), ce qui mettra le prix du kilomètre à 15 750 francs, soit 16 000 francs. Au contraire, pour une ligne à double voie, on emploiera des consoles doubles. En partant d'un prix de 450 francs par console, on aura à ajouter par kilomètre d'abord 7000 francs, puis 4000 francs, puisque la voie est double.

On arrive ainsi aux prix suivants, qui ne sont donnés qu'à titre d'indication et pour les cas particulièrement envisagés :

Prix de l'équipement électrique d'une ligne à conducteurs aériens, par kilomètre.

Voie simple avec poteaux métalliques . . . . Fr.	22 000
Voie double —	26 000
Voie simple avec poteaux-consoles	17 000
Voie double —	21 000

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 3, p. 42.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 19, p. 289.

Ces évaluations sont faites pour la voie courante. En admettant que les sujétions particulières (aiguillages, courbes, imprévus) conduisent à un supplément de dépense de 10 %, les prix ci-dessus deviendraient respectivement, en arrondissant, 25 000 francs, 29 000 francs, 19 000 francs, 23 000 francs.

Enfin, on doit compter en plus la dépense propre à l'établissement des feeders. Celle-ci est éminemment variable, puisqu'il y a des lignes qui n'en comportent pas. Au Havre, elle a atteint 5 000 francs par kilomètre. Sur des réseaux très chargés, elle s'élèverait rapidement à 10 000 et même 15 000 francs par kilomètre.

Les caniveaux pour tramways à conducteurs souterrains sont évalués de 50 000 à 115 000 francs par kilomètre de voie simple. Avec une galerie visitable on atteint des chiffres plus élevés. Celle de la Société d'Études françaises et étrangères, système Holroyd Smith, est évaluée, sans la voie, mais y compris travaux spéciaux de chaussée, à 200 000 francs par kilomètre, soit 230 000 francs en ajoutant 15 0/0 comme dans les évaluations précédentes. Ce chiffre se rapproche sensiblement de celui du double caniveau. Mais si, en raison de la profondeur de la galerie, on est obligé d'approfondir ou de dévier les égouts existant sous les voies de tramways, on arrivera à des dépenses beaucoup plus élevées. C'est ainsi que, pour la ligne de la place Cadet à la porte de Montmartre on prévoit, en réfections d'égouts, déplacements de conduites d'eau ou de gaz, etc., une somme dépassant 100 000 francs par kilomètre.

Il convient de remarquer que, dans les rues larges et à grande circulation, les égouts ne sont généralement pas placés sous les voies de tramways. Dans ces conditions, la dépense afférente à l'établissement de la galerie proprement dite n'aurait rien d'excessif, surtout si, comme nous l'avons indiqué, on se contentait d'une galerie à section réduite.

Avec une ligne à simple voie, l'emploi d'une galerie serait moins avantageux puisque la dépense qu'elle comporte est sensiblement la même, qu'il s'agisse d'une ligne à simple ou double voie.

Pour les *usines*, il est commode de rapporter la dépense de premier établissement au *cheval-vapeur installé*. Cette dépense diminue évidemment au fur et à mesure que la puissance augmente. Comme limites extrêmes (unités de 80 à 100 chevaux et unités de 1 000 chevaux et au-dessus), on peut adopter les évaluations ci-après :

Dépenses par cheval.

Moteurs et chaudières de. . . . . Fr.	300	à	150
Matériel électrique.	250		200
Maçonnerie et bâtiment.	250		150
TOTAL DE. . . Fr.	800	à	500

Dépenses d'exploitation. — Les dépenses d'exploitation des tramways électriques sont non moins intéressantes à connaître. Ces dépenses s'évaluent par *voiture-kilomètre*. Afin de pouvoir comparer commodément la traction électrique aux autres systèmes de traction, on a pris l'habitude de calculer à part les dépenses de *traction proprement dite*. Dans ces dépenses rentrent :

La production du courant électrique;

L'entretien de l'usine, du matériel roulant et des dépôts;

L'entretien des connexions électriques des rails (mais non l'entretien de la voie);

Le salaire du personnel de conduite (mais non celui du personnel de perception).

Le prix de revient de la traction varie, selon les villes, de 0 fr. 20 à 0 fr. 30. Exemples : Boston 0 fr. 24, Cincinnati 0 fr. 22, Le Havre 0 fr. 24, Clermont-Ferrand 0 fr. 24, Marseille 0 fr. 26, Genève 0 fr. 257, Leeds 0 fr. 27, etc.

Une moyenne, établie pour 22 lignes américaines, a donné les résultats suivants :

Entretien de la ligne et de l'usine centrale. . . . Fr.	0,015
Force motrice.	0,061
Entretien du matériel roulant.	0,066
Personnel de conduite	0,066
TOTAL. . . . . . Fr.	0,208

Ce chiffre serait un peu faible pour une exploitation européenne. En général les Sociétés garantissent un prix de traction de 0 fr. 25.

Un élément important à considérer, dans le prix de revient de la traction, c'est le salaire du personnel de conduite. Il est naturellement plus élevé dans les grandes villes que dans les petites. Il peut varier de 0 fr. 05 à 0 fr. 10.

Aux dépenses de traction proprement dites il faut ajouter :

1° La dépense d'entretien des voies;

2° Les frais de perception;

3° Les frais divers et généraux.

La dépense d'entretien des voies peut varier du simple au double, suivant la nature du revêtement, l'intensité de la circulation, etc..... On a atteint, en 1895, 0 fr. 02 au Havre, 0 fr. 028 sur la ligne de Bordeaux-Bouscat au Vigean, 0 fr. 04 à Marseille. On peut prendre 0 fr. 03 comme moyenne, pour une ligne ordinaire.

Les frais de perception sont d'environ 0 fr. 07 par voiture-kilomètre.

Quant au frais divers et généraux, ils peuvent atteindre facilement de 0 fr. 08 à 0 fr. 12.

Dans ces conditions la voiture-kilomètre de 50 places, tout compris, reviendrait de 0 fr. 40 à 0 fr. 50. Comme moyenne on pourra admettre 0 fr. 45 se décomposant en :

Dépenses de traction proprement dite (y compris le personnel de conduite). . . . . Fr.	0,25
Entretien de la voie.	0.03
Frais de perception	0,07
Frais divers et généraux.	0,10
TOTAL. . . . . . Fr.	0,45

Avec les accumulateurs la dépense est plus élevée. On atteint, pour la traction seulement, de 0 fr. 40 à 0 fr. 50.

COMPARAISON AVEC LES AUTRES SYSTÈMES DE TRACTION. — M. Maréchal compare enfin la traction électrique aux autres systèmes de traction et il se prononce en faveur du premier système :

« Évidemment, conclut-il, lorsqu'il s'agit d'appliquer un système de traction mécanique, on est souvent guidé par des considérations autres que ses qualités intrinsèques et les compagnies se préoccupent, avant tout, d'adopter telle combinaison qui présentera pour elles le plus d'avantages, étant donnés la nature et la durée de leurs contrats. Aussi ne peut-on pas dire que l'électricité doive être appliquée par tous et dans tous les cas. Mais presque toujours, dès qu'il s'agira d'une exploitation suffisante et rationnellement établie, c'est elle qui constituera la solution la plus économique et qui sera accueillie avec le plus de faveur par la population. »

Ch. D.

ÉLECTRICITÉ

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DE L'AVENUE DE L'OPÉRA

à Paris.

L'une des plus belles voies publiques de Paris, l'avenue de l'Opéra, qui avait servi autrefois aux premiers essais d'éclairage électrique de la capitale, du temps des foyers Jablockhoff, est, depuis quelques jours, éclairée de nouveau à l'électricité. Les essais définitifs ont eu lieu cette semaine et ont parfaitement réussi.

Cet éclairage est réalisé au moyen des courants alternatifs de l'Usine municipale d'électricité des Halles centrales, dont les canalisations occupaient déjà une partie de l'avenue de l'Opéra.

Cette installation nous paraît d'autant plus intéressante à signaler que c'est la première fois que l'on a appliqué en grand, à Paris, l'éclairage électrique par courants alternatifs à une voie publique.

Dans les villes où l'on a employé ces courants à l'éclairage public, on a monté généralement les lampes par séries de 30 à 40; mais on arrive ainsi à faire passer dans ces appareils des courants excessivement dangereux. Ainsi, à Rome, malgré toutes les précautions prises, deux ouvriers ont été foudroyés il y a peu de temps.

Les Ingénieurs du Service municipal de la Ville de Paris ont voulu obtenir un éclairage non seulement économique au point de vue des canalisations, mais offrant, en outre, toute sécurité. Pour cette raison, ils n'ont pas voulu dépasser, dans le circuit d'alimentation, la limite de tension généralement adoptée avec les courants alternatifs, soit 220 volts. Avec cette tension, on a pu monter 5 lampes en série, ce qui a conduit, pour les 50 lampes de l'avenue, à établir 10 circuits. Dans chaque circuit, la tension de 220 volts se divise comme il suit :

5 lampes à 36 volts.	180 volts.
Canalisation	20 —
Bobine de self-induction.	20 —
TOTAL	220 volts.

La bobine de self-induction est placée à l'origine du circuit. Son but est de donner plus de stabilité aux arcs. Elle remplace les résistances ohmiques employées avec les courants continus; mais elle a sur celles-ci l'avantage de n'absorber que très peu d'énergie.

Canalisation. — Dans chaque circuit, la canalisation souterraine est constituée par un câble concentrique armé fourni par la Société Industrielle des Téléphones. Le câble concentrique a été choisi pour éviter les effets d'induction qui se produisent avec les courants alternatifs dans des conducteurs parallèles. Ce câble offre la spécification suivante :

1° Ame en cuivre de haute conductibilité de 12 millimètres carrés de section.

2° Couche isolante en jute imprégnée, de 3mm 5 d'épaisseur.



3° Conducteur annulaire en cuivre de haute conductibilité, de 12 millimètres carrés de section.
4° Couche isolante en jute imprégnée, de 4mm5 d'épaisseur.
5° Double gaine en plomb.
6° Matelas de protection en tresse asphaltée, de 2 millimètres d'épaisseur.
7° Armature en fer feuillard.
8° Tresse goudronnée.

Les câbles sont placés sous les trottoirs de l'avenue de l'Opéra dans des tranchées de 0m60 de profondeur; un grillage métallique régnant à 0m30 au dessous du sol les signalent à l'attention des terrassiers. La longueur totale des dix circuits est de 4 000 mètres.

Branchements. — Un branchement est établi dans l'intérieur de chacun des candélabres supportant les lampes électriques. Le câble concentrique est amené jusqu'à une boîte de connexion en métal dans laquelle il pénètre par deux ouvertures situées à la partie inférieure. A l'intérieur de la boite se fait la connexion des conducteurs annulaires du câble. A cet effet, les fils constituant ce conducteur sont réunis autour de la tige d'un petit boulon et placés entre trois rondelles de cuivre; le serrage de l'ensemble est obtenu par l'écrou du boulon. L'âme du câble concentrique sort de la boite, par deux ouvertures, dont les bords sont isolés, et est reliée à un commutateur bipolaire à deux directions servant à faire passer le courant soit dans la lampe, soit dans une résistance portative, équivalente à celle-ci.

Pour relier la lampe au commutateur, deux fils isolés au caoutchouc sont placés dans l'intérieur du candélabre.

Lampes. — Les lampes à arc installées pour l'éclairage de l'Avenue de l'Opéra sont des lampes système Kremenczky, qui ont été choisies à la suite d'un concours organisé au laboratoire de l'usine des Halles.

Cette lampe est différentielle et à point lumineux fixe. Le rapprochement des charbons se produit sous l'action du porte-charbon supérieur. Les deux porte-charbons sont reliés par une chaine qui les entraine d'un mouvement commun d'écart ou de rapprochement. Cette chaine passe sur une roue dentée commandant un système d'engrenages dont la dernière pièce est formée par une roue à ailettes, munie d'un disque, sur lequel vient s'appuyer un sabot formant frein. Ce frein est suspendu par l'intermédiaire d'une tige à l'un des bras d'une sorte de fléau de balance dont les extrémités sont reliées aux noyaux de deux solénoïdes; un de ceux-ci est en dérivation et l'autre en série sur le courant. Tout le système d'engrenages est, en outre, relié au même bras de fléau que le frein (celui qui est placé du côté du solénoïde en série) au moyen d'une tige de suspension.

Le rapprochement des charbons pour l'allumage est produit par l'action du solénoïde en dérivation et, au moment où ceux-ci arrivent au contact, le courant passant dans la bobine placée en série attire le noyau de cette bobine; le frein venant alors en contact avec le disque de la roue à ailettes arrête le mouvement des porte-charbons. Le système d'engrenages, se trouvant abaissé par ce mouvement du fléau, produit l'écart des charbons et l'arc jaillit entre eux.

Les lampes installées avenue de l'Opéra sont réglées pour une intensité de 14 ampères et fonctionnent sous une différence de potentiel de 36 volts. Les charbons employés ont 15 et 16 millimètres de diamètre, un charbon homogène de 15 millimètres étant placé dans le porte-charbon inférieur et un charbon à mèche de 16 millimètres étant placé dans le porte charbon supérieur de façon à obtenir un meilleur éclairage du sol.

Candélabres. — Les candélabres supportant les lampes ont 5 mètres de hauteur; leur modèle a été étudié spécialement pour l'avenue de l'Opéra. Ces candélabres sont placés face à face sur chacun des trottoirs et à une distance d'environ 28 à 30 mètres dans le sens longitudinal. Les refuges, placés dans l'axe de la chaussée, sont également munis de candélabres électriques.

Distribution. — Les lampes éclairant l'avenue sont au nombre de cinquante; elles forment deux belles lignes de feux convergeant vers l'Opéra.

Ces 50 lampes sont partagées en 10 circuits de 5 lampes chacun. Cinq de ces circuits seront en régime permanent, c'est-à-dire que les lampes brûleront pendant toute la nuit; les cinq autres seront en régime variable et éteints à 1 h. 30 m. du matin.

Le courant primaire est fourni par l'usine des Halles à la tension de 2 400 volts. Pour l'abaisser à la tension acceptée dans les circuits, soit 220 volts, on emploie deux transformateurs d'une puissance de 15 000 watts chacun, à raison d'un transformateur par 25 lampes. Un de ces appareils alimente les lampes en régime variable, de manière que l'un et l'autre travaillent toujours à pleine charge.

Ces transformateurs, qui ont été fournis par la Société l'Éclairage Électrique, sont situés dans un kiosque situé à l'angle de la rue des Petits-Champs et de l'avenue de l'Opéra. Dans ce kiosque, on a également placé le tableau de distribution, qui est composé de sept panneaux en marbre blanc.

Le panneau central porte les appareils primaires, qui se composent de deux commutateurs bipolaires à barrettes et de quatre plombs fusibles, isolés à l'huile; ces appareils relient les transformateurs à la canalisation primaire.

Les appareils secondaires sont placés sur les six autres tableaux, disposés symétriquement par trois de chaque côté du panneau central. Chaque groupe de ces tableaux supporte :

Un appareil de mise à la terre, système Cardew;
Un commutateur bipolaire à deux directions indépendantes, au moyen duquel les circuits variables ou permanents peuvent être indifféremment branchés sur l'un ou l'autre des transformateurs;
Dix barrettes à plomb fusible, formant commutateurs, à raison de deux par circuit;
Cinq broches de prise de courant pour ampère-mètre, servant à vérifier le débit dans chaque circuit;
Cinq bobines de self-induction, à raison d'une par circuit.

Le plancher du kiosque est recouvert d'un tapis isolant et il est expressément défendu aux électriciens de toucher aux appareils sans être munis de gants en caoutchouc.

En raison de l'enchevêtrement des circuits, on n'a pas jugé indispensable d'installer dans les candélabres des dériveurs automatiques Lorsque le courant sera interrompu dans un circuit, l'électricien de service le rétablira en remplaçant la lampe à l'écart par une résistance équivalente, au moyen du commutateur et de la douille à double contact placés dans la borne de chaque candélabre.

L'importante installation que nous venons de décrire a été étudiée et effectuée sous la direction de notre collaborateur M. Henri Maréchal, Ingénieur des Ponts et Chaussées et du Service municipal de Paris, qui avait sous ses ordres, comme conducteur des travaux, M. Lartigue, chef du service extérieur de l'Usine municipale des Halles.

JURISPRUDENCE

DU TRANSPORT DES MACHINES PAR COLIS SÉPARÉS

Il est rare qu'une machine soit construite d'une façon tellement simple qu'elle puisse être transportée par chemins de fer toute montée. Quelquefois la machine est d'un volume trop considérable. Le plus souvent ses pièces constitutives comportent un ajustage délicat qui serait faussé par les accidents les plus ordinaires de la route : les chocs de l'embarquement et du débarquement, les vibrations et les secousses que ressent le wagon en marche suffiraient à compromettre le fonctionnement régulier de l'appareil. Aussi voit-on que l'expéditeur a généralement soin de démonter dans ses moindres parties la machine qu'il envoie; il en forme des colis séparés qui voyagent avec une plus grande facilité qu'une machine tout entière.

Mais cet avantage a son inconvénient. L'un quelconque de ces divers colis peut se perdre en route. Cela suffira pour rendre impossible le montage de la machine et son utilisation.

Quelle sera la responsabilité de la Compagnie de chemins de fer? L'indemnité devra-t-elle représenter la simple valeur du seul colis perdu ou faudra-t-il aussi tenir compte du dommage qu'a éprouvé le destinataire par l'impossibilité dans laquelle il s'est trouvé de monter sa machine et d'en faire emploi ? Dans cette dernière solution, le chiffre des dommages-intérêts sera certainement beaucoup plus élevé.

Cette question a été soumise récemment à la Cour d'Appel d'Orléans :

M. Pelous avait expédié à M. Lefèvre une machine à défoncer les terrains. Il l'avait démontée et en avait formé sept colis distincts. Le colis qui renfermait les boulons d'assemblage fut perdu sur le parcours de la Compagnie des chemins de fer du Midi. M. Lefèvre ne put pas utiliser sa machine au moment voulu; il actionna son vendeur en dommages-intérêts devant le Tribunal de Commerce de Tours. Pelous appela en garantie la Compagnie du Midi.

La Compagnie ne méconnaissait pas le principe de sa responsabilité, mais elle entendait ne payer que la valeur intrinsèque de la caisse de boulons. C'était, on le pense bien, une somme insignifiante. Lefèvre avait souffert un préjudice plus important : il n'avait pas pu faire servir la machine aux travaux urgents auxquels il la destinait ; il en avait éprouvé une perte autrement considérable que le prix d'une caisse de boulons. Aussi demandait-il une forte indemnité par application de l'article 1149 du Code Civil qui dispose : « *Les dommages et intérêts dûs au créancier sont, en général, de la perte qu'il a faite et du gain dont il a été privé.* » La Compagnie répliquait qu'elle n'avait à payer que ce qu'elle avait égaré; qu'en conséquence, sa responsabilité n'était pas engagée au delà de la valeur réelle des boulons et qu'elle n'avait pas à réparer un préjudice indirect, plus considérable, qu'elle n'avait pas pu prévoir. La base de cette argumentation était dans l'article 1150 du Code Civil, d'après lequel : « *Le débiteur n'est tenu que des dommages et intérêts qui ont été prévus ou qu'on a pu prévoir lors du contrat.* »



Mais les circonstances de fait se trouvaient contraires à la thèse soutenue par la Compagnie. Celle-ci avait eu connaissance du contenu des colis et du rapport étroit que tous ces colis avaient entre eux. La déclaration d'expédition en avait fait mention. La Compagnie avait pu prévoir que la perte de l'un quelconque des sept colis rendrait les autres colis inutilisables.

C'est pourquoi le Tribunal de Commerce de Tours, par jugement du 22 mars 1895, a condamné la Compagnie du Midi à réparer *tout* le préjudice que Lefèvre avait subi. Et ce n'est certes point le seul prix des boulons, mais l'impossibilité d'utiliser la machine elle-même, qui, dans l'évaluation de ce préjudice, a formé l'élément le plus important.

Sur l'appel de la Compagnie, la Cour d'Orléans, par arrêt du 30 octobre 1895, a confirmé cette décision par les considérations suivantes :

La Cour,

Considérant que la Compagnie soutient qu'elle n'est tenue, aux termes de l'article 1150 du Code Civil, que des dommages-intérêts qui ont été prévus ou qu'on a pu prévoir lors du contrat; que dès lors elle prétend ne répondre que du préjudice réel et direct résultant pour Pelous et Lefèvre du retard dans la livraison du septième colis contenant des boulons de la machine à défoncer les terrains;

Mais attendu que cette prétention est mal fondée;

Qu'en effet, la déclaration d'expédition faite par Pelous à la Compagnie des chemins de fer du Midi, mentionnait pour chaque colis la nature des pièces transportées, ce qui permettait à la Compagnie de voir que ces pièces étaient destinées au montage et au fonctionnement d'une machine industrielle dont la livraison était urgente, puisqu'elle avait été expédiée à grande vitesse et à un tarif dès lors très élevé; que le préjudice résultant pour l'expéditeur et le destinataire du défaut de livraison des boulons de la machine en temps opportun a constitué, par ses conséquences immédiates, justement relevées par les premiers juges, un préjudice réel et direct;

Par ces motifs,

Déclare la Compagnie du Midi mal fondée dans son appel du jugement du Tribunal de Commerce de Tours du 22 mars 1895,

Confirme ce jugement et condamne la Compagnie appelante aux dépens d'appel [1].

Il y a lieu de déduire de cette jurisprudence les recommandations pratiques qu'elle comporte. Ce n'est pas dans tous les cas et de plein droit que la perte d'un seul colis ou le retard dans la livraison oblige la Compagnie de transports à réparer *tout* le préjudice résultant de l'utilisation tardive de la machine elle-même. La jurisprudence reconnaît à la Compagnie le droit de ne pas être victime d'une surprise et d'exiger que l'expéditeur lui signale l'importance particulière de tel ou tel envoi. La mention qui en est faite dans la déclaration d'expédition est d'ailleurs reconnue suffisante. L'indication que les divers colis qu'on expédie ensemble contiennent les diverses pièces d'une machine démontée renseigne très suffisamment la Compagnie sur l'étendue de la responsabilité qu'elle peut encourir.

Louis Rachou,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

INFORMATIONS

Système de casse-fonte employé en Amérique.

Dans les usines métallurgiques françaises, on emploie, en général, comme casse-fonte, une sphère métallique que l'on fait tomber du haut d'un échafaudage de 7 mètres environ, composé de trois poutres en bois ou en fer réunies à leur partie supérieure; les pièces à casser sont posées, au centre de l'échafaudage, sur le sol de l'usine. La sphère métallique, suspendue par un crochet à un câble passant sur une poulie est élevée jusqu'au sommet de l'échafaudage au moyen d'un treuil à bras ou à vapeur. On doit entourer l'aire sur laquelle on opère, d'un blindage en madriers, pour que le personnel puisse s'abriter au moment de la chute de la sphère, les éclats étant dispersés dans tous les sens. Cette manière d'opérer coûte très cher et prend beaucoup de temps, car il faut employer un nombreux personnel pour manutentionner les pièces à casser et leurs débris.

Le dispositif suivant, employé en Amérique, et dont nous trouvons la description dans la *Zeitschrift des Oesterreicher Ingenieur und Architekten-Vereines*, permet de supprimer tout danger, tout en diminuant le prix de revient.

Au bord d'une fosse en pierres de taille de 4 mètres de profondeur (fig. 1), s'élève une plate-forme A, haute de 3 mètres, et surmontée d'un plateau tournant B. Sur cette plate-forme, à laquelle on accède par une échelle, se tient l'ouvrier chargé de diriger l'opération : les éclats ne peuvent donc l'atteindre. Une grue C, actionnée par une transmission, sert à remonter sur le plateau R la sphère métallique D. On emploie une sphère pleine, que l'on peut suspendre au crochet d'enlevage de la grue au moyen d'un cadre circulaire qui est retenu par quatre chaînettes. Ce cadre est assez lourd pour retomber de lui-même au fond de la fosse; son diamètre est supérieur à celui de la sphère d'environ 30 millimètres.

Pour remonter la sphère du fond de la fosse, un ouvrier fait descendre le cadre au-dessous d'elle, puis, à l'aide d'une longue pince, il place un coin entre la sphère et le cadre, au moment où celui-ci se trouve au-dessous du plus grand diamètre; le treuil est alors mis en marche, et le serrage s'opère de lui-même pendant l'enlevage.

La sphère est déposée par la grue sur le plateau B, d'où un ouvrier la fait retomber au fond de la fosse, dont il peut atteindre tous les points, en orientant son plateau dans différentes directions et en donnant à la sphère une impulsion plus ou moins forte.

Une voie ferrée permet d'amener sur wagons les pièces à casser, qui sont déchargées sans danger au moyen d'une grue roulante, et d'évacuer rapidement les débris.

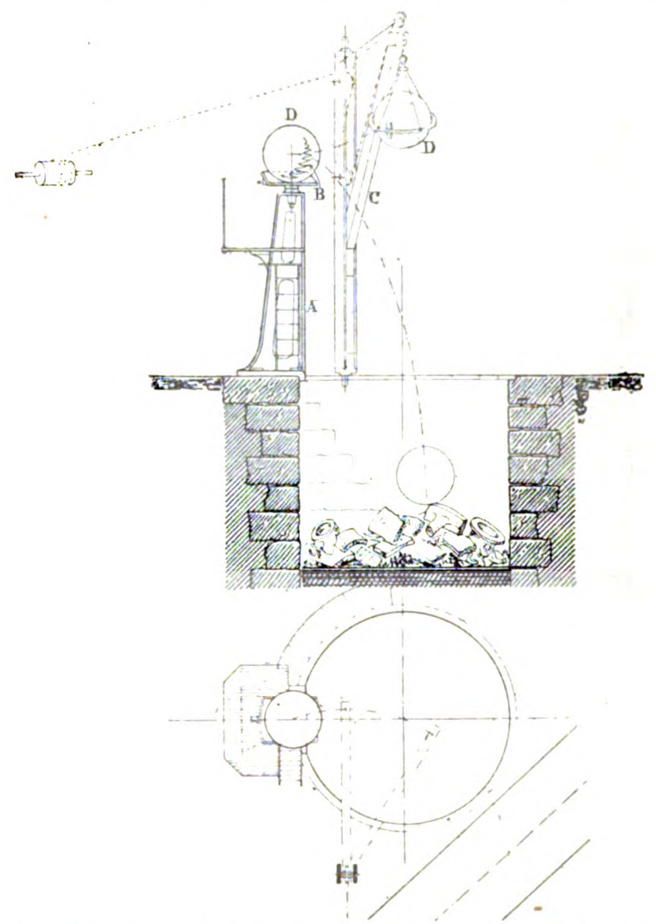


Fig. 1. — Casse-fonte de l'usine Corliss, à Providence (États-Unis).

Les dépenses de main-d'œuvre sont peu élevées, puisque deux ouvriers remplacent l'équipe de 8 ou 10 hommes habituellement nécessaire pour effectuer le même travail. Quand l'appareil ne fonctionne pas, la fosse est recouverte d'un plancher en madriers et ne gêne aucunement la circulation, tandis que, dans nos usines, les casse-fonte prennent beaucoup de place, et doivent être construits à l'écart à cause du danger qu'ils présentent.

Nouveau densimètre à échelle métrique

Le *Génie Civil* a donné récemment [1] la description d'un instrument dit mersomètre, servant à déterminer exactement le niveau d'un liquide et sa densité.

Dans le but d'appliquer son système à la seule mesure des densités de tous les liquides, M. Beau y a apporté diverses modifications pour obtenir un densimètre ramenant la mesure des densités à une simple mesure de longueur. De cette manière, les divers densimètres sont comparables entre eux, les mesures, réduites à une simple lecture, sont facilitées, et l'usage d'un étalon devient inutile.

Ce densimètre (fig. 1 et 2) est basé sur l'application toute simple de la formule $D = \frac{P}{V}$.

En adoptant, comme flotteur, un solide (cylindre ou prisme) dont le volume soit le produit de sa base par la hauteur, la hauteur et le volume de la colonne liquide déplacée par son poids suivent une seule et même progression, ce qui permet d'en mesurer la grandeur relative avec une mesure linéaire *métrique* dont la rigoureuse précision soit aisément réalisable et facilement vérifiable.

Si on appelle : P le poids du flotteur, V son volume immergé, B sa base, H sa hauteur d'immersion dans l'eau distillée, H' sa hauteur d'immersion dans le liquide observé, on aura :

$$P = BH \text{ et } V = BH';$$

d'où :

$$\frac{P}{V} = \frac{BH}{BH'} \text{ et } D = \frac{H}{H'}.$$

(1) Cour d'Orléans, 30 octobre 1895. *Gazette du Palais*, 1895-2-671.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVIII, nº 13, p. 199.

Le poids du flotteur est donc représenté par sa hauteur d'immersion dans l'eau distillée. La densité d'un liquide sera, par conséquent, égale au rapport entre la hauteur d'immersion du cylindre dans l'eau distillée et celle dans le liquide observé.

Il en résulte que la sensibilité de l'instrument sera en raison directe de sa hauteur d'immersion dans l'eau distillée.

Afin d'obvier à la difficulté bien connue de *lire* exactement le point d'intersection d'un niveau liquide avec une paroi, le flotteur remonte ce repérage au niveau d'une surface solide fixée au-dessus, à une hauteur strictement déterminée. Pour éviter tout calcul, la graduation du flotteur ne commence, au-dessus de sa base, qu'à une hauteur égale à celle séparant le niveau liquide du niveau solide formant le plan de lecture.

Un vernier, ou une vis micrométrique fixée sur ce plan, permet d'obtenir, au besoin, dans la lecture, le degré d'exactitude qu'on juge nécessaire. Enfin, une conséquence de la disposition même de l'instrument est que les différences de longueur dues à la dilatation linéaire se trouvent compensées, et que les différences de température qui

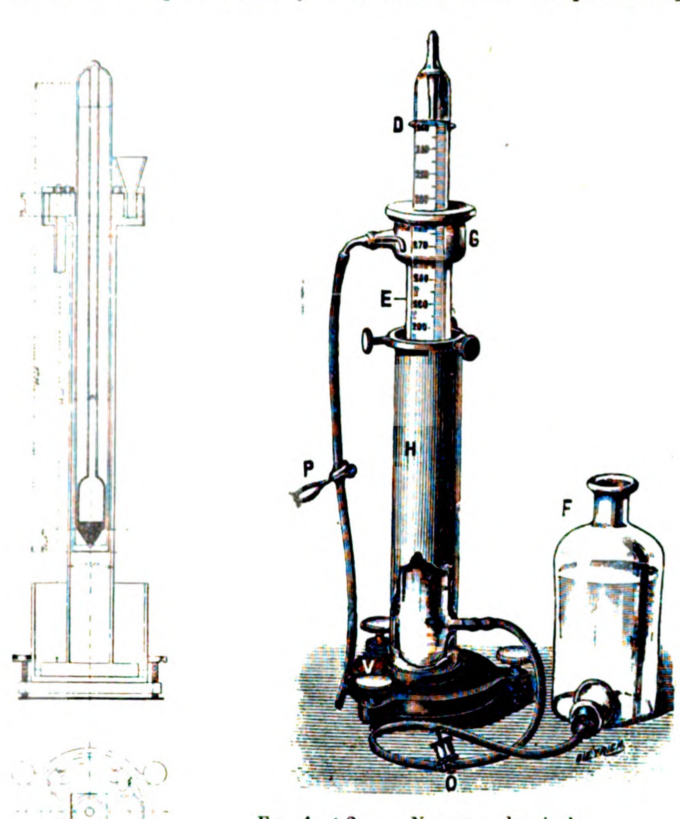


Fig. 1 et 2. — Nouveau densimètre à échelle métrique, construit par la maison Chabaud, à Paris.

pourraient exister entre les couches liquides sont sans effet sur le flotteur, qui indique la densité moyenne de celle dans laquelle il est plongé et dont la hauteur se trouve ainsi la même que celle de son immersion.

La hauteur immergée dans l'eau distillée, représentant l'unité de densité, forme la base des calculs à opérer par l'observateur.

Dans ce but, chaque instrument porte la formule qu'on devra suivre pour trouver les densités d'après les hauteurs d'immersion indiquées par lui.

Si, par exemple, on a choisi 0m 250 comme hauteur d'immersion dans l'eau distillée, on y gravera :

$$D = \frac{250}{H'}.$$

Dans le cas où on préférerait ne pas avoir de calcul à effectuer, le flotteur peut être muni d'une table indiquant les densités correspondant aux hauteurs observées. Comme il n'est pas possible de le faire à chaque millimètre, cette table comprend deux colonnes, dont la première indique la densité correspondant à chaque demi-centimètre, et la seconde la densité moyenne par millimètre d'immersion, d'un demi-centimètre à l'autre, mais il nous paraît préférable de faire chaque fois le calcul qui se réduit, en somme, à une simple division.

Pour faire une observation avec le densimètre, il faut remplir la partie étranglée de l'éprouvette, puis placer parallèlement les axes du flotteur et de l'éprouvette au moyen des vis calantes.

Achever ensuite de la remplir en versant doucement le liquide jusqu'à ce qu'il s'échappe par le trop-plein.

Lire alors, le plus exactement possible, la division métrique qui affleure le dessus du couvercle, et en déduire la densité du liquide observé, soit par le calcul, soit en se rapportant à la table spéciale du flotteur.

Construction d'un omnibus automobile à Londres.

L'*Electric Omnibus Company* de Londres vient de faire construire une voiture-omnibus automobile qui a donné de bons résultats aux essais. Cette voiture peut recevoir douze personnes assises; sa longueur est de 2m 50 environ. Les roues, au nombre de quatre, ont un diamètre de 0m 60, et un écartement de 0m 91 d'axe en axe. Elles sont pneumatiques, et procurent à la voiture un roulement doux et silencieux. Le poids total du véhicule, y compris les accumulateurs, est d'une tonne. L'énergie dont on peut disposer est de 7 à 8 chevaux pendant trois heures. Les accumulateurs qui fournissent cette énergie sont remarquablement légers; ils mesurent 0m 25 sur 0m 20 et 0m 08, et ne pèsent que 11 kilogrammes. La direction de la voiture est, paraît-il, facile et sûre.

Varia.

Exposition de 1900. — Le *Journal Officiel* continue, mais d'une façon moins régulière, la publication des listes des Comités départementaux institués pour l'Exposition universelle de 1900. A la date du 26 novembre, il avait déjà donné les Comités des départements, par ordre alphabétique, jusqu'à la Lozère inclusivement.

∴

Direction générale des Postes et Télégraphes. — 1° *Organisation du service technique de la région de Paris.* — Par décret en date du 12 novembre 1896, rendu sur la proposition du ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes :

Article premier. — Le service technique télégraphique et téléphonique de la région de Paris et le service des bureaux centraux télégraphiques et téléphoniques de Paris sont placés sous l'autorité d'un directeur qui prendra le titre de directeur des services électriques de la région de Paris;

Art. 2. — Le directeur des services électriques de la région de Paris est assisté d'un directeur-ingénieur adjoint, pour le service technique, et d'un sous-directeur spécialement chargé de l'exploitation des bureaux centraux télégraphiques et téléphoniques de Paris;

Art. 3. — Le directeur des Postes et des Télégraphes du département de la Seine est assisté d'un sous-directeur.

2° *Mouvement dans le personnel.* — Par décret en date du même jour :

M. Morin (Ernest), directeur des Postes et des Télégraphes à Rouen, est nommé inspecteur général des Postes et des Télégraphes, en remplacement de M. Fribourg, admis sur sa demande, à faire valoir ses droits à la retraite.

M. Paute-Lafaurie, inspecteur adjoint à l'inspection générale des Postes et des Télégraphes, est nommé directeur-ingénieur adjoint à la direction des Services électriques de la région de Paris.

M. Séligmann-Lui, inspecteur-ingénieur, chargé des fonctions de directeur-ingénieur des Téléphones de la région de Paris, est nommé inspecteur adjoint à l'inspection générale des Postes et des Télégraphes.

M. Darcq, inspecteur général des Postes et des Télégraphes, est chargé en cette qualité, et à titre temporaire, de l'organisation et de la direction du Service électrique de la région de Paris.

M. Vasbender, chef de bureau à l'administration centrale, est nommé inspecteur adjoint à l'inspection générale.

M. Lefilleul, inspecteur principal à la direction régionale des Télégraphes de Paris, est nommé sous-directeur à la direction des Services électriques de la région de Paris.

M. Lamblin, inspecteur principal à la direction des Postes et des Télégraphes de la Seine, est nommé sous-directeur dans le même service.

M. Villeneuve, chef de bureau à l'administration centrale, est nommé inspecteur adjoint à l'inspection générale.

M. Thévenin, chef de bureau à l'administration centrale, est nommé inspecteur-ingénieur, directeur de l'Ecole professionnelle supérieure des Postes et des Télégraphes.

NÉCROLOGIE

Alfred Tresca.

Les obsèques de M. Alfred Tresca, dont nous annoncions le décès dans notre dernier numéro, ont été célébrées à Paris, le 21 novembre, en l'église Saint-Jean-Saint-François. L'inhumation a eu lieu au cimetière Montmartre où des discours ont été prononcés par MM. Jordan, au nom de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures ; Honoré, au nom de l'Association des Anciens Elèves de cette Ecole ; Risler, au nom de l'Institut agronomique; Couriot, au nom de la Société des Ingénieurs civils ; et le colonel Laussedat, au nom du Conservatoire des Arts et Métiers.

Né à Paris en 1841 et sorti de l'Ecole Centrale en 1862, M. Alfred Tresca accomplit presque exclusivement sa carrière dans l'enseignement technique. Nommé tout d'abord, en 1862, préparateur au Conservatoire des Arts et Métiers et chargé du service des expériences de mécanique, il conserva ces fonctions jusqu'au 1er novembre 1887, époque à laquelle il fut nommé professeur titulaire du cours de construction de machines à l'Ecole Centrale, dont il était déjà répétiteur depuis 1872. Un an auparavant, en 1886, il avait été, en outre, nommé professeur du cours de Mécanique à l'Institut Agronomique.

En 1870, M. A. Tresca avait contracté un engagement dans l'armée pour la durée de la guerre; celle-ci terminée, il se consacrait de nouveau à l'enseignement technique.

En dehors de ses fonctions au Conservatoire des Arts et Métiers, à l'Ecole Centrale et à l'Institut agronomique, M. A. Tresca avait été nommé, en 1872, membre de la Commission chargée du contrôle et de la direction de la publication des brevets d'invention et, en 1888, Inspecteur régional de l'enseignement technique.

Nous rappellerons enfin que, depuis 1885, il était membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, et qu'en 1889, il avait été rapporteur d'un des Comités d'admission et d'installation de l'Exposition universelle. M. Tresca était chevalier de la Légion d'honneur.

A. B.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 6 novembre 1896.

Présidence de M. L. Molinos, Président.

M. E. Bert fait une communication sur *la loi russe sur les brevets d'invention (20 mai-1er juin 1896)*.

En présence de l'extension considérable de l'industrie en Russie, la nécessité de modifier la législation qui régissait les brevets d'invention dans ce pays s'est fait rapidement sentir, car la protection des inventions est indispensable au développement des progrès industriels. Le Gouvernement russe a élaboré un projet qui a été approuvé par l'Empereur à la date du 20 mai (1er juin) 1896.

Les anciens règlements prescrivaient pour l'obtention des brevets des formalités fort longues et très coûteuses; aussi les demandes étaient-elles en nombre fort restreint.

Autrefois, il existait en Russie deux espèces de brevets : le brevet d'invention proprement dit, délivré à l'auteur d'une invention, et le brevet d'importation délivré à celui qui importait en Russie une invention dont il n'était pas l'auteur. La nouvelle législation ne reconnait plus qu'une seule espèce de brevet qui garantit l'usage exclusif des inventions concernant l'industrie, sauf quelques exceptions qui seront indiquées plus loin.

Pendant toute la durée du brevet, le breveté a le droit exclusif d'exploiter son invention; il a le droit d'exercer une ction en contrefaçon et en dommages-intérêts contre toute personne qui viendrait à en faire usage, même partiellement. Les étrangers ont les mêmes droits que les nationaux.

Pour qu'une invention soit brevetable, il faut qu'elle présente un élément essentiellement nouveau, soit dans son ensemble, soit dans une ou plusieurs de ses parties, lorsque celles-ci sont déjà connues séparément.

Pendant toute la durée de son brevet, l'inventeur (ou ses ayants cause) peut déposer des brevets additionnels ou certificat d'addition pour les perfectionnements ou modifications apportés à son invention.

Un certain nombre d'inventions sont exclues du bénéfice de la loi par l'article 4 ainsi conçu :

« Il ne peut être délivré de brevet pour les inventions et perfectionnements :

» (a) Qui représentent des découvertes scientifiques et des théories abstraites;

» (b) Qui sont contraires à l'ordre public, à la morale et aux bonnes mœurs;

» (c) Qui, antérieurement à la date où la demande de brevet a été déposée, ont été brevetés en Russie, ou y ont été appliqués sans brevet, ou qui ont été décrits dans la littérature d'une manière assez complète pour pouvoir être reproduits;

» (d) Qui sont connus à l'étranger sans brevet, ou qui sont brevetés au nom d'une personne autre que le requérant, sauf le cas où l'invention aurait été cédée à ce dernier;

» (e) Qui ne présentent pas un caractère de nouveauté suffisant, mais peuvent être considérés comme des modifications de peu d'importance apportées à des inventions et perfectionnements déjà connus. »

En outre, il n'est pas délivré de brevet pour les produits chimiques, alimentaires et dégustatifs, pour les médicaments composés, ni pour les procédés et appareils destinés à la fabrication de ces derniers.

Toute une autre catégorie d'inventions est encore exclue du bénéfice de la loi; ce sont celles qui concernent la Guerre et la Marine.

La Russie a conservé le régime de l'examen préalable et, dans ce but, la législation nouvelle a organisé un Comité des Affaires techniques, qui a pour mission spéciale de déterminer, avec toute la précision possible, les parties nouvelles qui distinguent une invention donnée de tous les autres appareils semblables; il doit se prononcer sur les questions, toujours délicates, de savoir si l'inventeur est effectivement en possession d'une invention nouvelle.

La loi du 20 mai comporte une disposition nouvelle en ce qui concerne le droit de demander la nullité des brevets délivrés; elle est ainsi conçue :

« La délivrance d'un brevet n'empêche personne de contester devant les tribunaux, pendant les deux années qui suivent la publication de la description complète, le droit du titulaire à l'invention ou au perfectionnement breveté, soit dans leur ensemble, soit dans certaines de leurs parties, ainsi que la régularité de la délivrance du brevet. Après l'expiration de ce terme, le brevet ne pourra plus être annulé que par décision d'un tribunal criminel, en suite d'une poursuite pénale. »

En ce qui concerne la durée des brevets, le Gouvernement russe a suivi dans la loi du 20 mai le système adopté dans la plupart des législations : la durée du brevet est fixée à quinze ans à partir de la date de la délivrance, mais l'inventeur a la faculté de renoncer au bénéfice de son brevet en cessant de payer les taxes annuelles.

Ces taxes sont proportionnelles : de 15 roubles pour la première année, elles s'élèvent à 400 roubles pour la quinzième; leur ensemble formant un total de 2130 roubles.

Lorsque le brevet est accordé, il est délivré à l'inventeur un titre officiel, et l'invention est publiée d'une manière détaillée et complète, dans le délai maximum de trois mois à partir de sa délivrance, dans un organe périodique spécial.

M. Ernest Hecht fait une communication sur la *Pullman City* et *la Question ouvrière aux États-Unis*.

M. Hecht se propose de décrire l'immense cité ouvrière, aujourd'hui annexée à Chicago, et qui porte le nom de son fondateur, M. Pullman. Il résume brièvement les premiers essais de M. Pullman, pour arriver, en 1867, à la création de la *Pullman's Palace Car Company* au capital primitif de 5 millions de francs, porté depuis à 180 millions de francs, pendant que la Compagnie accumulait des réserves s'élevant aujourd'hui à 130 millions de francs, et distribuait régulièrement à ses actionnaires un dividende annuel de 8 %.

En 1880, M. Pullman transporte ses usines auprès de Chicago, dans un territoire alors désert et inculte, situé entre le lac Calumet et le lac Michigan, qui, aujourd'hui, est peuplé uniquement par les ouvriers et leurs familles, formant en tout une population de 15000 habitants.

Sur les 6000 ouvriers, 1800 à peine sont originaires des États-Unis, 1400 sont Scandinaves, 1200 Anglais et 800 Allemands; on n'y compte que 26 Français.

Le but de M. Pullman, en construisant ses gigantesques établissements, a été surtout, dit-il, de résoudre un problème social, celui de l'accord du capital et du travail, basé sur la connaissance mutuelle de leurs droits et de leurs devoirs, et d'améliorer la condition des ouvriers, tant au point de vue matériel qu'au point de vue moral.

Les salaires distribués par la Compagnie Pullman s'élèvent à 60000 francs par jour : la moyenne est de 10 francs par ouvrier; le minimum est de 5 francs; le maximum dépasse quelquefois 20 francs.

Les habitations ouvrières constituent, surtout pour la Compagnie, un placement qui lui rapporte annuellement 6 %. Les ouvriers ne peuvent devenir propriétaires des maisons qu'ils habitent. Le prix minimum du logement est de 30 francs par mois.

M. Hecht résume ensuite les événements de la grande grève de 1894, qui a débuté dans les usines de la Compagnie Pullman, et qui a fait subir au pays des pertes dont le total est évalué à 400 millions de francs.

E. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 16 novembre 1896.

Physique. — 1° *Sur les déformations permanentes du verre et le déplacement du zéro des thermomètres.* Note de M. L. Marchis, présentée par M. Mascart.

2° *Sur les densités de l'azote, de l'oxygène et de l'argon et la composition de l'air atmosphérique.* Note de M. A. Leduc, présentée par M. Lippmann.

Azote chimique. — M. Leduc s'est proposé de trouver aussi exactement que possible la densité de ce gaz en le préparant par les procédés qui paraissent les plus propres à le fournir à l'état de pureté. Il a fait le vide dans tous les appareils, avant l'opération, afin d'éviter la présence de l'argon. La densité de l'azote, par rapport à l'air a été ainsi évaluée à 0,9671.

Oxygène. — M. Leduc admet, pour la densité de l'oxygène, 1,10523.

Argon. — M. Schlœsing fils a trouvé, pour la proportion de l'argon dans l'azote atmosphérique, 0,0119; d'autre part, la densité de cet azote atmosphérique est $d' = 0,97203$; celle de l'azote chimique, $d = 0,9671$; la densité x de l'argon est donc donnée par l'équation :

$$d' = 0,0119\,x + (1 - 0,0119)\,d.$$

On en tire

$$x = 1,376,$$

ou, par rapport à l'hydrogène, 19,80 au lieu de 19.9 admis jusqu'ici.

Composition de l'air atmosphérique. — La composition centésimale de l'air atmosphérique moyen est la suivante :

	Azote	Oxygène	Argon
En poids.	75,5	23,2	1,3
En volumes	78,06	21,0	0,94

Électricité. — *Influence de l'aimantation sur les forces électromotrices des piles dont le fer est un des éléments.* — Note de MM. Ulysse Lala et A. Fournier, présentée par M. Mascart.

Optique. — *Mesure de petites épaisseurs en valeur absolue.* Note de MM. Ch. Fabry et A. Perot, présentée par M. Potier.

Le procédé de mesure suivi repose sur l'emploi des franges des lames minces en lumière homogène.

Chimie. — 1° *Recherches sur l'acide phosphorique : dosage de l'acide pyrophosphorique;* par MM. Berthelot et André.

Les auteurs de la Note exposent le principe de leur procédé analytique relatif à l'acide pyrophosphorique, puis la vérification de ce procédé et la manière d'opérer l'analyse d'un mélange d'acides pyrophosphorique et orthophosphorique.

2° *Transformations de l'acide pyrophosphorique,* par MM. Berthelot et André.

Chimie générale. — *La neutralité des sels et les indicateurs colorés.* Note de H. Lescœur, présentée par M. Troost.

Chimie analytique. — *Analyse de l'air par l'Agaricus atramentarius.* Note de M. T.-L. Phipson.

L'*Agaricus atramentarius* est une plante à cellules aérobies, qui ne peut végéter sans oxygène libre et qui est capable de faire l'analyse de l'air aussi complètement que fait un bâton de phosphore. Si on met sur l'eau, dans une cloche graduée pleine d'air, un pied de ce champignon et qu'on l'expose à la lumière solaire, on remarque bientôt une condensation considérable de vapeur d'eau, puis tout l'oxygène est absorbé; l'acide carbonique produit se dissolvant dans l'eau, celle-ci monte dans la cloche qui, au bout de quelques jours, ne contient plus que de l'azote.

Chimie minérale. — 1° *Action de l'acide sulfurique et de l'iode sur l'acide iodique.* Note de M. Paul Chrétien, présentée par M. Troost.

2° *Sur quelques propriétés de la glucine pure.* Note de M. P. Lebeau, présentée par M. H. Moissan.

La glucine pure est fusible et volatile à la température du four électrique. Elle ne varie pas sensiblement de densité et elle conserve la propriété d'être attaquable par les acides concentrés.

Le bore, le silicium et le carbone sont seuls, parmi les métalloïdes, susceptibles de réduire la glucine en donnant des composés cristallisés. Les métaux réducteurs (sodium, potassium, magnésium et aluminium) sont sans action.

3° *Sur un iodure de molybdène.* Note de MM. Guichard, présentée par M. Moissan.

L'iodure de molybdène Mol² peut se préparer à l'état amorphe par l'action de l'acide iodhydrique sur le chlorure de molybdène.

4° *Sur la séparation du tungstène et du titane.* Note de M. Ed. Defacqz, présentée par M. Moissan.

Géologie. — *Sur l'étang de Berre et les étangs de la côte de Provence situés dans son voisinage.* Note de M. André Delebecque, présentée par M. Fouqué.

Géographie. — *Détermination des positions de Santa Cruz de Tenerife, Saint-Louis (Sénégal) et Dakar; mesures d'intensité de la pesanteur;* par M. Bouquet de la Grye.

E. B.

Le Gérant : **H. Avoiron.**

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 5. N° 756. Samedi 5 Décembre 1896.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Électricité** : Une nouvelle locomotive électrique de mines, p. 65. — **Physique industrielle** : Éclairage des voies publiques. Allumage des foyers, p. 66; Henri MARÉCHAL. — **Variétés** : Le transport du poisson et les chasseurs à vapeur (*planche V*), p. 70; P. DUBAR — **Chemins de fer** : Les nouveaux trains express anglais en 1896, p. 74; Paul JAVEZ. — **Travaux publics** : Organisation d'un chantier pour l'exécution d'un égout en Amérique, p. 75. — **Jurisprudence** : La liberté de la profession d'architecte, p. 76; Louis RACHOU. — **Informations** : Origine des coutumes relatives à la pose de la première pierre d'un pont, p. 77; — Plate-forme tournante à pivot central, p. 78; — Falsification de la bière par le bisulfite de chaux, p. 78; — Indicateurs par coordonnées pour l'orientation du public dans les grandes villes, p. 78; — Nouvelle ligne de chemin de fer de Milan à Munich par l'Engadine, p. 79; — Ventilateur mû par l'électricité, p. 79; — Association Technique maritime, p. 79. — Varia, p. 79.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des Sciences, séance du 23 novembre 1896, p. 80. — Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, séance du 13 novembre 1896, p. 80.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 80.

Planche V : Wagons, système Hähr, pour le transport du poisson vivant.

ÉLECTRICITÉ

—

UNE NOUVELLE LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE DE MINES

On a installé récemment, dans les mines de Crozer Coal, à Elkhorn (États-Unis), une nouvelle locomotive électrique (fig. 1) qui est astreinte à un travail des plus durs, ayant à traîner, en rampe assez forte, de longs trains de wagonets chargés de houille.

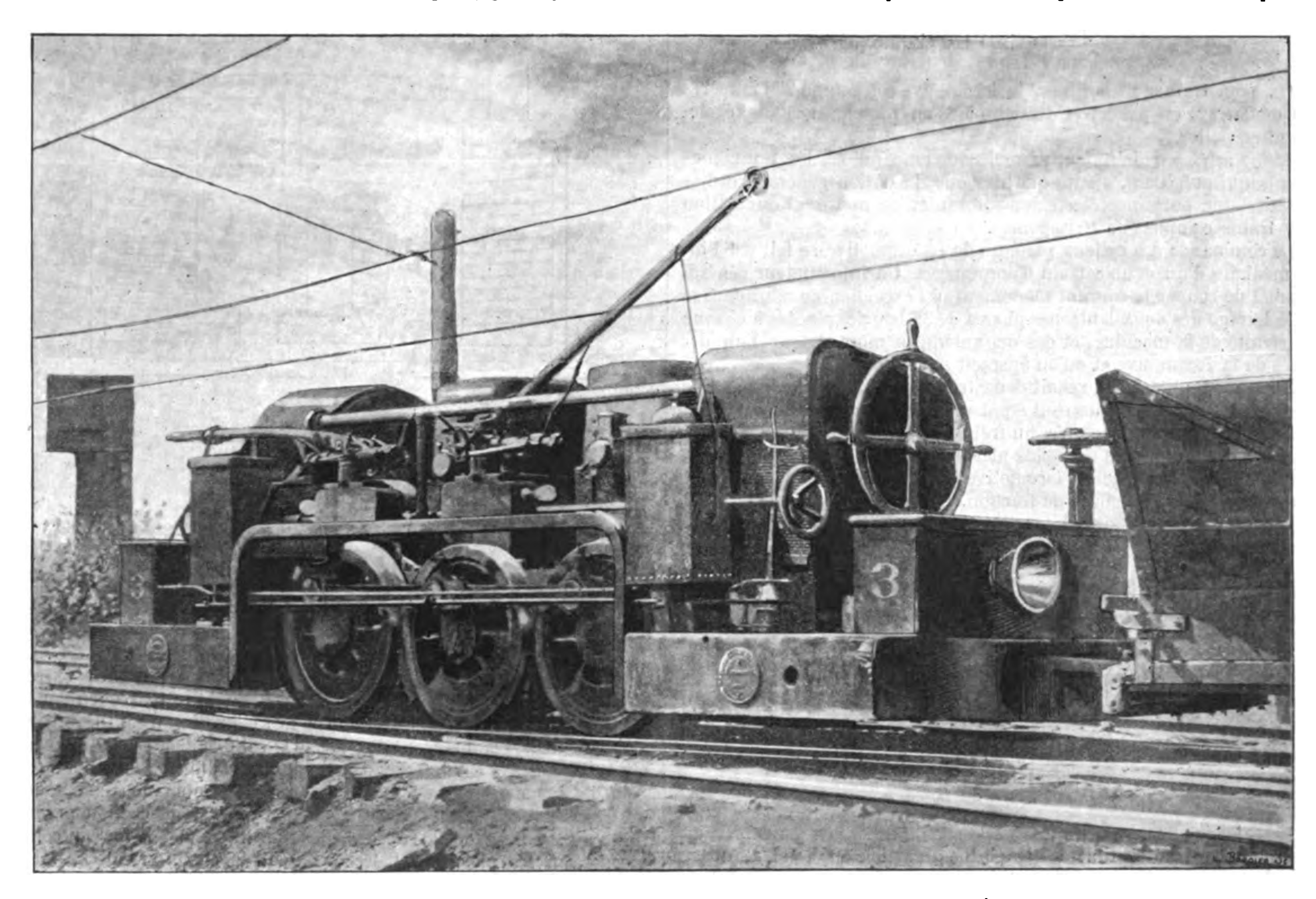


FIG. 1. — NOUVELLE LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE EMPLOYÉE DANS LES MINES DE CROZER COAL (ÉTATS-UNIS).

Le poids de la machine est de 22 tonnes, c'est-à-dire que c'est la locomotive électrique la plus puissante qui ait encore été construite pour les transports souterrains.

Les dimensions principales sont les suivantes : longueur, 6 mètres; largeur, 1m 60; hauteur, 2 mètres. Le conducteur-mécanicien est placé du côté de la machine opposé au train; les rhéostats sont à l'autre extrémité, placés derrière une enveloppe en tôle perforée destinée à faciliter la ventilation.

Ces résistances se composent de rubans de fer de deux centimètres et demi de large, enroulés en forme de ressorts de montre et disposés sur seize rangées.

La force motrice est produite par deux moteurs enroulés en série et dont les armatures se composent de deux circuits assemblés à angle droit et se terminant par deux jeux de balais calés à 90° l'un de l'autre. La puissance de chacune de ces dynamos réceptrices est de 100 chevaux. Elles peuvent être accouplées en série ou en quantité. On les dispose en série dans le cas de fortes charges et d'une vitesse modérée; en arc parallèle dans le cas de vitesses plus grandes et de faibles charges.

Les conducteurs qui commandent les rhéostats courent sous les moteurs, à l'abri dans une gaine de tôle, et le mécanicien peut diriger sa machine de l'une ou de l'autre des plates-formes de la locomotive.

Le commutateur, qui permet de modifier l'accouplement des moteurs en quantité ou en série, est placé contre l'interrupteur de mise en marche, et, grâce à un dispositif de block-system, ne peut être actionné que quand le courant est coupé, c'est-à-dire l'interrupteur placé sur le plot neutre. Il n'existe pas d'inverseur de courant : la

marche arrière s'obtient en plaçant l'interrupteur sur le plot de droite, ce qui fait arriver le courant par l'un des deux trolleys, et la marche avant en déplaçant l'interrupteur sur le plot de gauche qui communique avec le deuxième trolley.

La vitesse moyenne de la machine, calculée pour une charge de 40 berlines pesant 4 tonnes chacune, avec les moteurs couplés en quantité, est de 10 à 15 kilomètres à l'heure, sur une voie présentant une rampe de 2 °/₀.

Si l'on admet, en palier, une résistance à la traction de 15 kilogr. par tonne, et en tenant compte du coefficient dû à la rampe de 2 °/₀, la résistance totale que la machine doit vaincre est supérieure à 5 ou 6 000 kilogr., puissance très élevée, comparée au poids propre de la locomotive. Il existe, en effet, un rapport à peu près constant entre le poids d'une locomotive de mines et la force de traction : ce rapport oscille entre $\frac{8}{1}$ et $\frac{6}{1}$. On voit, d'après les chiffres précédents, qu'il est plutôt inférieur à $\frac{4}{1}$ et ceci, parce qu'une partie de la puissance effective de la machine ne reste plus disponible en rampe, étant utilisée, pour faire franchir cette montée, par la locomotive elle-même. Un développement de 5 à 6 000 kilogr., à la vitesse de 12 kilomètres à l'heure, correspondrait à une puissance effective de 225 à 250 chevaux.

Actuellement, la locomotive du Crozer Coal ne peut remorquer que 25 wagonets, à cause de l'insuffisance des générateurs de la station centrale d'électricité. Cette station existait depuis quelques années déjà et alimentait une locomotive moins puissante ainsi que quelques appareils pour le triage, le concassage, etc., du charbon. Elle comprend seulement deux dynamos de 60 kilowatts 500 volts, qui, montées en arc parallèle, ne peuvent guère fournir une puissance supérieure à :

$$\frac{120\,000}{736} = \text{environ 160 chevaux.}$$

Or, pour traîner 25 berlines, la locomotive consomme 250 ampères au démarrage en palier, et 150 ampères en marche normale, également en palier.

L'*Engineering and Mining*, auquel nous empruntons les renseignements qui précèdent, ajoute que dès que la station génératrice disposera d'une puissance électrique suffisante, on mettra et circulation des trains complets de 40 wagonets.

La commande des essieux moteurs de la locomotive se fait par l'intermédiaire d'un double train d'engrenages. Un interrupteur général permet de couper le courant totalement, à l'exception de celui destiné à l'éclairage des deux lanternes-phares de 32 bougies placées à chaque extrémité de la machine, et des deux lampes montées sur l'un des côtés de la locomotive et qu'on aperçoit sur la figure.

Nous avons dit qu'il existait deux trolleys destinés à la locomotive dans chaque direction, un seul étant utilisé à la fois.

Le mécanicien a, à sa portée, un frein à main qui agit simultanément sur chacune des paires de sabots placés contre les six roues motrices.

Les trois essieux de la locomotive sont accouplés, de manière à rendre plus efficace l'effort de traction. On augmente aussi, de cette façon, l'adhérence contre les rails et, par suite, le démarrage et la marche en rampe.

F. S.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

ÉCLAIRAGE DES VOIES PUBLIQUES

Allumage des foyers.

I. — Le sujet que nous nous proposons de traiter ne paraît pas, au premier abord, susceptible de comporter un article spécial. L'allumage des foyers employés couramment dans nos maisons est, en effet, la simplicité même et, par une tendance inévitable à la généralisation, nous supposons qu'il doit en être ainsi pour l'éclairage des rues.

La question, dans ce cas, est cependant beaucoup moins simple, en raison des sujétions particulières qui viennent compliquer l'opération.

Entre autres, il faut allumer un grand nombre de foyers dans un temps donné et, quel que soit l'état de l'atmosphère; certains foyers sont inaccessibles, comme les becs à récupération ; pour les becs à incandescence, il faut compter avec la fragilité des manchons, etc.

Parmi tous les foyers employés, les *lampes à arc* se prêtent avec le plus de facilité à des allumages rapides. La simple manœuvre d'un interrupteur placé dans la borne du candélabre suffit pour lancer le courant électrique dans l'appareil et pour le faire jaillir entre les pointes des charbons.

Le plus souvent même, un seul interrupteur commande plusieurs foyers, ceux-ci étant alors montés *en série* ou *en tension*, locutions par lesquelles on exprime que ces foyers sont traversés successivement par le même courant. C'est ainsi qu'avec une distribution à 110 volts (courants continus), on peut allumer deux lampes à la fois. Dans les distributions à 3 et à 5 fils, on dispose, en se branchant sur les fils extrêmes, de 220 et de 440 volts : il est alors possible de monter 4 ou 8 lampes en série, ce qui augmente encore la rapidité des allumages.

Sur les courants alternatifs, la mise en série est également pratiquée. Elle est même, à tensions égales, un peu plus avantageuse, puisque, avec 110 volts, on peut alimenter non plus 2, mais 3 foyers.

Lorsque, dans une distribution d'électricité, on n'a à alimenter que des lampes à arc servant à l'éclairage des rues, il est économique, comme on l'a fait très souvent en Amérique, de monter tous les foyers en série. Dans ce cas, de l'usine même, on allume et l'on éteint instantanément tous les appareils.

A Paris, un certain nombre d'éclairages sont organisés de cette façon. Nous citerons comme exemples : le parc Monceau (27 arcs en série) et le parc des Buttes-Chaumont (2 séries de 30 arcs).

Il est clair que, lorsque des lampes à arc sont montées en série, il faut prendre des précautions spéciales pour que l'extinction accidentelle d'une lampe n'entraîne pas la rupture du courant et, par suite, l'extinction simultanée de toutes les autres lampes du circuit. On installe, à cet effet, dans la borne de chaque candélabre ou dans le dôme des lanternes, un *dériveur automatique* (appelé aussi quelquefois *veilleur automatique*) qui met, en cas d'avarie, la lampe correspondante hors circuit.

La figure 1 représente le dériveur automatique employé à Rome. Les lampes sont montées par séries d'au moins 30, sur des circuits partant directement de l'usine. Si l'une d'elles s'éteint, son dériveur automatique fonctionne comme il suit.

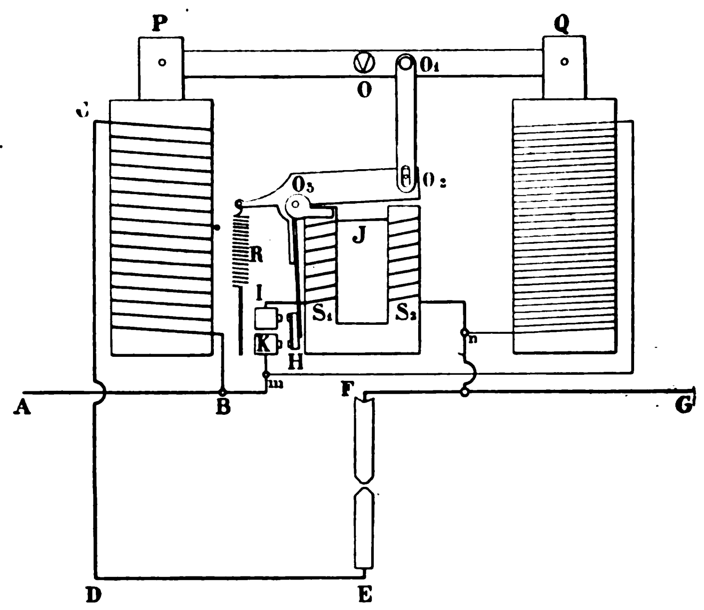


FIG. 1. — Éclairage pour lampes à arc, en série. — Dériveur automatique sans résistance de remplacement.

En service normal, le courant se dirige suivant ABCDEFG. La bobine C agit sur un levier POQ qui est sollicité à son autre extrémité Q par une autre bobine dont l'enroulement est parcouru par la dérivation *mn*. Ce levier soutient, dans sa position d'équilibre, une armature O_3O_2 commandant, par l'axe O_3, le contact H. Au moment où le circuit AG est interrompu, le levier PQ tourne autour de son point de suspension O, de la gauche vers la droite, mouvement qui est d'ailleurs facilité par le solénoïde de droite, dont l'action prédomine au moment de la rupture. Dès que le contact H met en communication les plots K et I, le courant suit le chemin ABKIJ*n*G. En même temps, l'électro-aimant S_1S_2 agit fortement sur son armature et contribue à assurer le contact KHI.

On voit que, grâce à cet agencement, le courant peut circuler, avec toute son intensité, dans les autres lampes.

Mais l'équilibre général du circuit d'arc se trouve légèrement troublé, car les enroulements S_1S_2 opposent, au passage du courant, une résistance beaucoup moins grande que l'arc.

A Rome, où le réglage de chaque circuit se fait automatiquement à l'usine [1], cette situation ne présente pas d'inconvénients. Mais, quand il s'agit de circuits abandonnés à eux-mêmes, il est nécessaire, si l'on ne veut pas que le débit se trouve augmenté, de substituer à toute lampe éteinte une résistance équivalente.

---

(1) Ce régulateur est du type Ganz. A l'aide de résistance, il maintient l'intensité constante dans chaque circuit.



C'est ainsi que fonctionne le dériveur automatique de l'avenue de la République, à Paris (séries de 8 ou 9 lampes). Lorsque la lampe est allumée, le courant suit le chemin ABPFNC (fig. 2). Un circuit dérivé AMGJC excite un électro-aimant J.

Dès que la différence de potentiel aux bornes A et C de l'appareil augmente (rupture de charbons, lampe à l'écart, etc.), l'électro-aimant J, qui est traversé par un courant plus intense, attire H et une palette qui vient en contact avec L. Le circuit AHLB agit alors sur l'électro-aimant M qu'il démagnétise. Celui-ci laisse retomber la tige E qui, par le contact F, ferme le circuit principal sur la résistance de remplacement R.

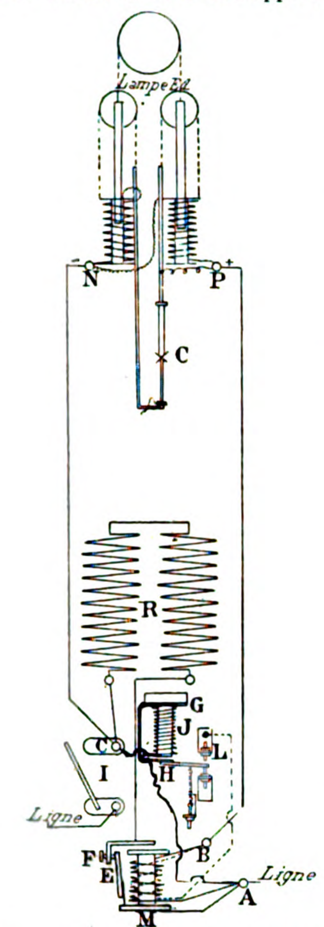


Fig. 2. — Éclairage par lampes à arc, en série. — Dériveur automatique avec résistance de remplacement.

Lorsque le courant employé est du courant alternatif, on peut, au lieu d'une résistance ohmique, adopter une résistance inductive. De cette façon, on ne perd pas inutilement de l'énergie. On a même poussé plus loin l'utilisation de cette curieuse propriété du courant alternatif et l'on a proposé de supprimer tout dériveur automatique, sauf à installer en dérivation, aux bornes de chaque lampe, une *bobine de self-induction*. Mais l'intensité du courant se trouve augmentée et l'on est obligé d'employer une canalisation plus grosse, c'est-à-dire plus coûteuse.

Les dériveurs automatiques sont d'un fonctionnement assez délicat. Aussi, quand le nombre des lampes en série ne dépasse pas 5 à 6 et surtout que l'on a pris le soin d'enchevêtrer les circuits, on préfère s'en passer, sauf à employer un dispositif analogue à celui de l'avenue de l'Opéra (séries de 5 lampes). Ce dispositif consiste à placer dans la borne des candélabres un interrupteur à deux directions. En rabattant celui-ci de bas en haut, on ferme le courant. Au contraire, en le faisant tourner vers le bas, on met la lampe hors circuit et on envoie le courant dans une douille à doubles contacts, dans laquelle on peut enfoncer une goupille à deux conducteurs. Ces deux conducteurs commandent, d'ailleurs, une boîte de résistance que l'électricien de service porte à la main ou sur son dos. Quand une lampe ne fonctionne pas, il suffit de la remplacer par cette résistance, pour que les quatre autres lampes de la série recommencent à brûler.

Les *lampes à incandescence* sont rarement employées pour l'éclairage public. A Paris, des essais qui avaient été effectués, rue des Halles, ont été abandonnés, parce que cette sorte d'éclairage était plus coûteuse que l'ancien éclairage au gaz.

Ce que l'on a dit de l'allumage des lampes à arc s'applique aux lampes à incandescence. Mais, comme un dériveur automatique coûte de 30 à 50 francs, on hésitera à en installer un pour des appareils qui ne valent que 1 franc à 1 fr. 25 pièce. Aussi, presque toujours, les lampes à incandescence sont-elles montées en dérivation ou par séries ne dépassant pas deux ou quatre.

II. — Les *becs de gaz* actuellement employés pour l'éclairage des voies publiques sont :

Les becs papillons.

Les becs intensifs et à récupération.

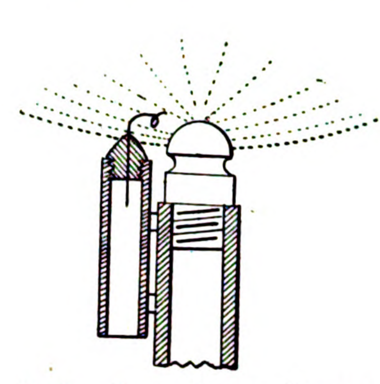
Les becs à incandescence.

1° Les *becs papillons* s'allument à la *lampe à essence*. Cette lampe qui est protégée par un cylindre en laiton ajouré, se monte sur une tige en bambou, que l'on peut allonger à la façon d'une canne à pêche.

Pour allumer chaque bec, il faut soulever le trapillon inférieur de la lanterne, ouvrir le robinet, approcher la lampe du bec, puis régler la flamme, lorsque le bec n'est pas muni d'un régulateur de débit. Ces diverses opérations prennent forcément un certain temps. Aussi, dans les cahiers des charges, accorde-t-on aux Compagnies de Gaz, auxquelles incombe généralement l'allumage des lanternes, un délai variant, pour l'ensemble d'une ville, de 20 à 40 minutes (1).

A Paris, l'allumage doit être fait en 40 minutes. Pendant ce délai, un homme ne peut guère allumer plus de 60 à 70 lanternes. On juge par là de l'importance du personnel que la Compagnie parisienne doit employer, chaque soir, pour le service qu'elle a à assurer. Ses allumeurs, au nombre de 1 000, sont réunis en brigades (80) et ont des lieux de rassemblement où se font l'appel et le contrôle. L'heure d'allumage varie naturellement avec les saisons. A un signal donné, la brigade s'éparpille dans toutes les directions, chaque homme devant suivre un itinéraire parfaitement déterminé.

L'extinction s'exécute plus rapidement, puisque le réglage des flammes se trouve supprimé. Pour cette raison, elle doit être faite, à Paris, ainsi que dans beaucoup d'autres villes, d'ailleurs, en 20 minutes seulement.


Fig. 3. — Becs papillons. — Allumage système Duke.

On voit que nous sommes loin de la rapidité d'allumage et d'extinction des foyers électriques. Aussi a-t-on proposé diverses systèmes pour remédier à cet inconvénient.

C'est d'abord d'accoler aux becs de petites éponges en mousse ou en noir de platine. Sous l'influence de l'hydrogène contenu dans le gaz d'éclairage (1), ces substances deviennent incandescentes et enflamment le jet gazeux (2).

Mais la mousse et le noir de platine ont l'inconvénient de s'encrasser et de perdre peu à peu de leur porosité. Aussi l'allumage, très rapide au début, devient-il de plus en plus lent.

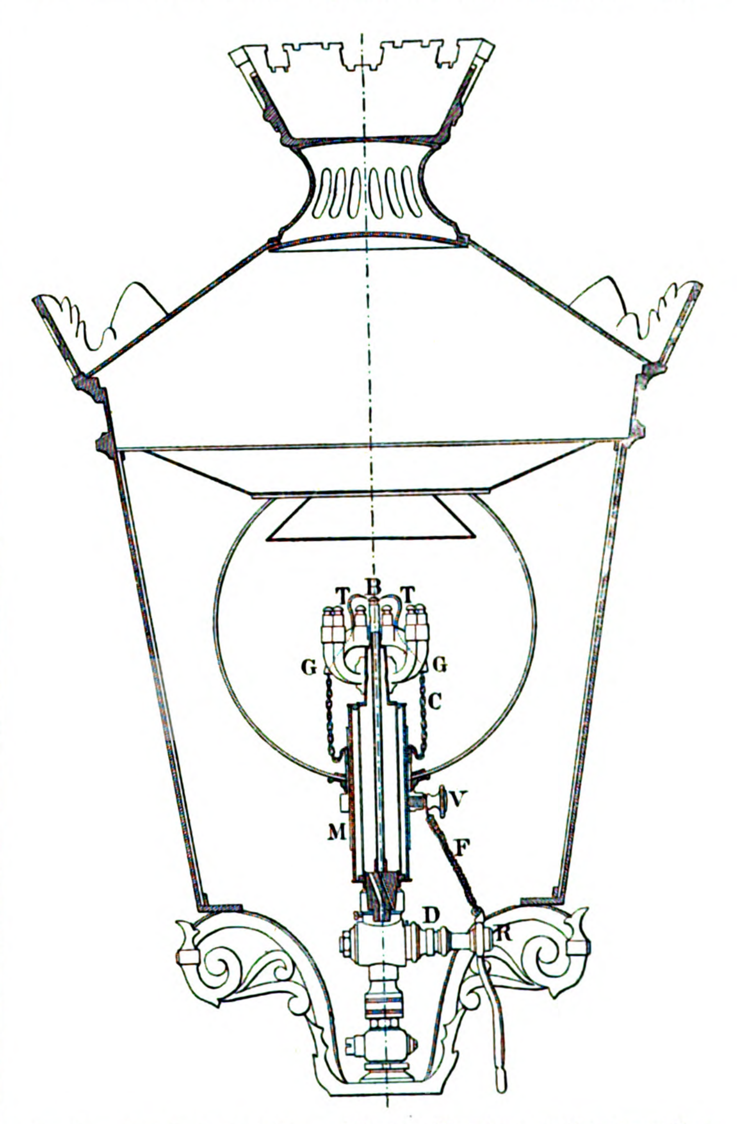


Fig. 4. — Becs à récupération. — Allumage électrique, système Lacarrière.

Pour corriger cette défectuosité, on a cherché à enchâsser le noir de

(1) Le robinet se place de préférence à l'intérieur des lanternes, parce que l'on évite ainsi les engorgements de naphtaline.

(1) Le gaz d'éclairage contient 50 °/ₒ d'hydrogène.

(2) Pour obtenir ce résultat, on plonge l'écume de mer dans une solution de bichlorure de platine. Quand l'écume est bien saturée, on réduit le bichlorure par le gaz d'éclairage lui-même.

platine dans une substance poreuse comme l'écume de mer et l'on a imaginé (système Duke) des allumoirs analogues à celui de la figure 3, comportant un cône platiné, avec fil de platine qui devient incandescent, quand la masse s'échauffe. Mais ces allumoirs deviennent également trop inertes, au bout d'un certain temps.

Les allumoirs à platine exigent, pour bien fonctionner, qu'ils soient frappés par le jet gazeux qui s'échappe de la fente du bec papillon. C'est dire que lorsque le vent s'engouffre dans la lanterne, ils s'échauffent encore plus difficilement. Cet inconvénient n'existerait pas, toutefois, pour les becs hermétiquement renfermés dans une cloche, comme les becs à récupération dont il sera parlé plus loin.

Quelques inventeurs ont cherché à utiliser l'excédent de pression que l'on donne généralement au gaz, au moment de l'allumage en grand des lanternes.

Si, par exemple, à l'aide de cette pression, on peut soulever une

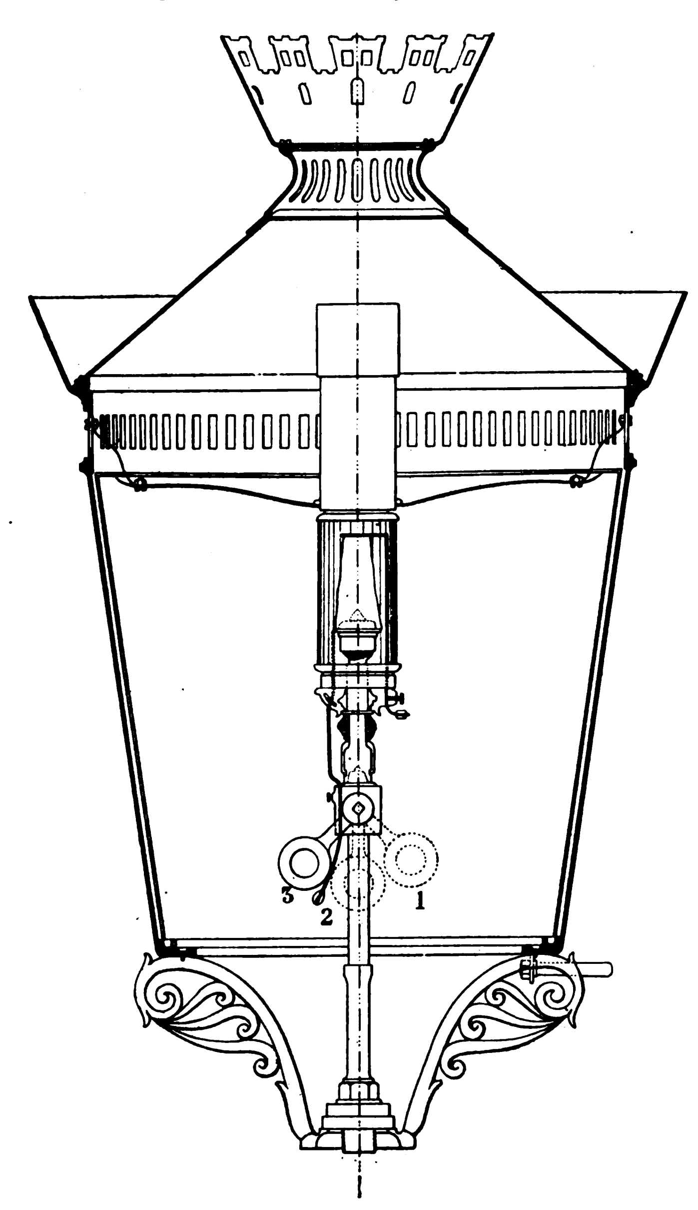


Fig. 5. — Becs à incandescence. — Allumage à la rampe.

tige fermant un circuit électrique et provoquant une étincelle au-dessus de la fente du bec, on pourra ainsi réaliser l'allumage du gaz automatiquement. Reste, toutefois, la manœuvre du robinet qui, pour que le système fût complet, devrait, elle aussi, se faire automatiquement. Ce sont là bien des complications, sans compter que le « coup de pression » indispensable ne pourrait être effectué que sur des canalisations desservant exclusivement les appareils à allumer.

2° Les *becs intensifs* et les *becs à récupération* sont renfermés dans des lanternes ou dans des coupes hermétiquement closes. Aussi les munit-on généralement d'une veilleuse qui reste en service pendant le jour et qui allume le gaz, au moment où l'on ouvre le robinet en grand.

Pour que cette veilleuse fonctionne convenablement, elle doit débiter de 20 à 25 litres de gaz à l'heure. Par an, ce débit représente une somme d'au moins 15 francs [1]. Cette dépense n'est pas négligeable, surtout quand elle s'applique à près de 3 000 becs, comme à Paris. Aussi le service municipal de l'éclairage a-t-il demandé à la maison Lacarrière-Delatour d'étudier un système d'allumage électrique supprimant complètement l'emploi de la veilleuse. Ce système, qui est appliqué depuis quelques mois place de la République et rue Lobau, est représenté figure 4.

Le robinet R est isolé électriquement de la chandelle par un disque en porcelaine D. Par l'intermédiaire d'un fil de laiton F, enroulé en hélice et d'une chaîne également en laiton C, il communique avec les tiges T chargées de produire l'inflammation. Ces tiges sont supportées par une garniture en porcelaine G qui les isole complètement des brûleurs. Quant au fil F et à la chaîne C, ils sont également isolés de la masse de la chandelle par un manchon en porcelaine M qui entoure cette chandelle et sur laquelle ils sont fixés par un collier à vis V.

Avec ces dispositions, on voit que le circuit RFVCT est complètement isolé de la chandelle et, par suite, de la masse du candélabre.

Pour produire l'allumage, il suffit alors de faire jaillir une étincelle

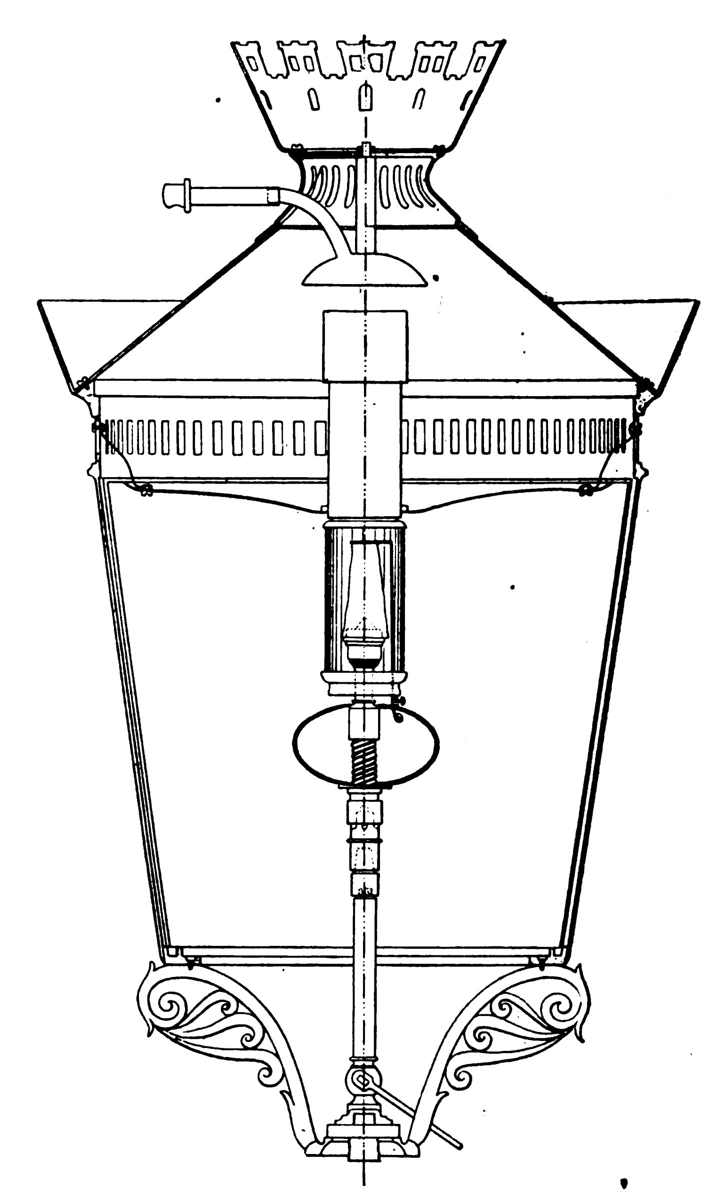


Fig. 6. Becs à incandescence. — Allumage à la cuiller.

électrique entre les tiges T et le bec central B. L'opération se fait à l'aide d'une perche analogue à celle dont il sera parlé plus loin, à l'occasion des becs à incandescence. Cette perche, qui communique par un conducteur souple avec une bobine de Ruhmkorff, se termine par deux crochets reliés chacun à l'une des bornes de la bobine. Avec l'un, on appuie sur le robinet R, en l'ouvrant et, avec l'autre, on touche la masse de la chandelle.

L'appareil a convenablement fonctionné et, bien qu'il soit à ses débuts, c'est-à-dire susceptible d'être perfectionné, la proportion des ratés par rapport aux allumages n'a été que de 1,2 %.

3° Les *becs à incandescence* sont d'une fragilité telle que l'on doit les allumer avec beaucoup de précautions [1].

Si l'on veut opérer avec la lampe ordinaire des allumeurs, il faut employer, soit l'*allumage à la rampe*, soit l'*allumage à la cuiller*.

Le premier système comporte, sous le ou les becs, une petite rampe de gaz verticale, qui est placée de telle façon que l'inflammation se produise de bas en haut. Le robinet peut occuper trois positions 1, 2

(1) Calculée avec du gaz à 0 fr. 15 le mètre cube pour une durée d'allumage de 5 010 heures.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVIII, n° 11, p. 164.



et 3 (fig. 5) : en 3 il est fermé ; en 1 il alimente la rampe d'allumage ; en 2, position verticale [1], il est ouvert en grand.

La manœuvre consiste à mettre le robinet dans la position 1, à allumer la rampe et à ramener vivement le robinet de 1 en 2, de telle façon qu'il reste encore un peu de gaz brûlant dans la rampe, lorsque le gaz s'échappe par le bec.

Ce système réussit assez bien. Mais les mouvements que l'on est obligé de donner au robinet ébranlent la chandelle et amènent souvent la destruction anticipée du manchon. Il faut, pour réussir, que les allumeurs opèrent avec beaucoup de douceur, ce qui n'est pas précisément dans leur tempérament.

Avec l'*allumage à la cuiller* (fig. 6) l'inflammation se fait par en haut, à l'aide d'un ajutage émergeant du dôme de la lanterne et dont on approche une lampe à essence. Le gaz se rend d'ailleurs dans cet ajutage, en s'engageant, dès que le robinet est ouvert, dans une coupe renversée ou *cuiller*, suspendue au-dessus du brûleur.

A chaque allumage, il se produit une petite explosion, car on se trouve dans le cas d'un bec cylindrique à verre, allumé par en haut.

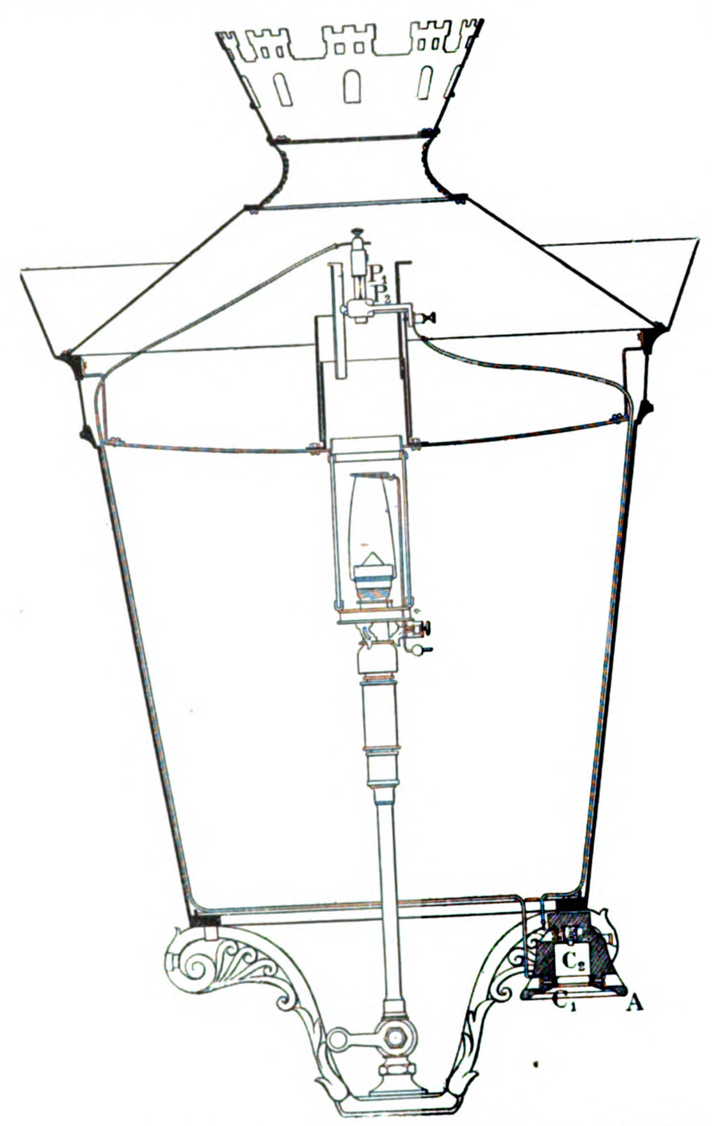


Fig. 7. — Becs à incandescence. — Allumage électrique, système Brouardel.

Le manchon ne la supporte pas toujours sans accroc. Il faut compter aussi avec l'engorgement de l'ajutage, les difficultés d'inflammation du gaz, quand le vent est violent, etc.

En somme, ni l'un ni l'autre de ces systèmes ne sont complètement satisfaisants.

En employant une veilleuse, on aurait évidemment moins de chances de destruction de manchons. Mais il serait absurde de dépenser, en pure perte, de 20 à 25 litres de gaz pour des foyers qui n'en débitent que 115 [2]. On ne pourrait songer à ce système que pour des lanternes à plusieurs becs, ce qui n'est pas le cas général de la pratique.

Le véritable système d'allumage des becs à incandescence nous paraît être *l'allumage électrique*.

Un grand nombre de dispositions ont été proposées. Nous nous contenterons de décrire deux des systèmes qui sont actuellement appliqués par le Service de l'éclairage de la Ville de Paris.

Système Brouardel. — Sous la lanterne (fig. 7) on a disposé un ajutage en porcelaine A, en forme de cône creux et qui porte intérieurement deux prises de courant. L'une C_1 est une couronne en laiton ; l'autre C_2 est constituée par une tige également en laiton, dépassant légèrement le fond du cône et sur laquelle un ressort exerce une pression de haut en bas. De ces prises de courant partent des fils isolés aboutissant respectivement à des pointes P_1 et P_2, montées au-dessus de la cheminée.

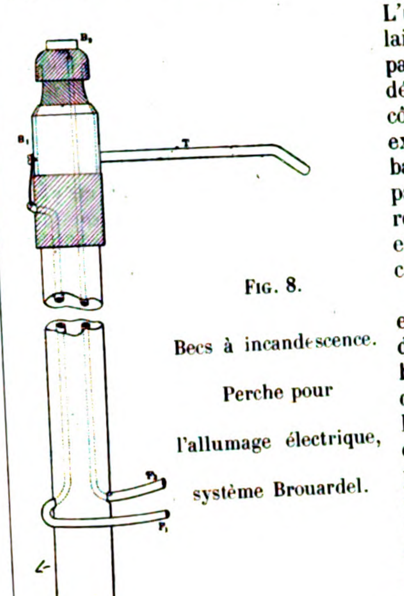


Fig. 8.

Becs à incandescence.

Perche pour l'allumage électrique, système Brouardel.

La perche d'allumage (fig. 8) est creuse. Elle est reliée par deux fils souples F_1 et F_2 aux bornes d'une bobine de Ruhmkorff que l'allumeur porte sur son dos. Dans l'intérieur même de la perche ces deux fils se rendent d'une part à une couronne de contact B_1, d'autre part, à un bouton en laiton B_2. Le bouton et la couronne sont isolés l'un de l'autre par une garniture en bois. La tige T sert pour la manœuvre du robinet.

Le robinet étant ouvert, l'allumeur enfonce la perche dans le cône A et, à ce moment, il presse sur un bouton placé sur la boite qui renferme la bobine et qui lance

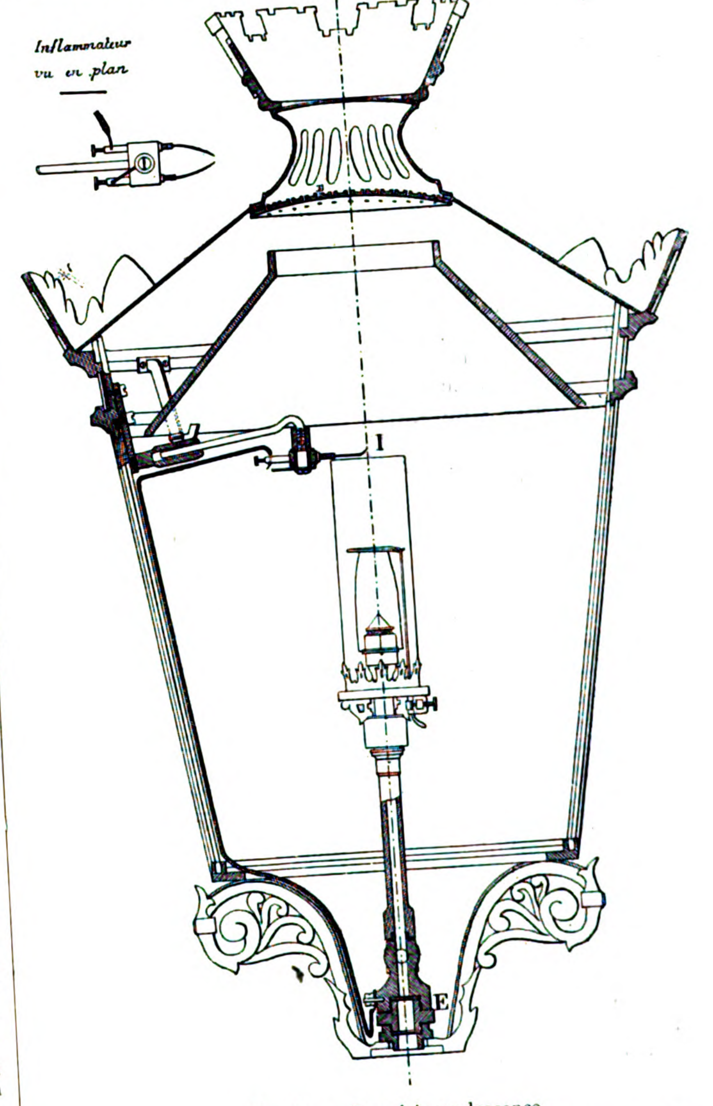


Fig. 9. — Becs à incandescence.
Allumage électrique, système de la Compagnie Parisienne du Gaz.

dans celle-ci le courant d'une petite pile. Aussitôt, un jet d'étincelles se produit entre les pointes P_1 et P_2 et enflamme le gaz.

(1) A Paris, on demande que la position verticale corresponde à l'ouverture du gaz en grand, parce que l'on est sûr ainsi que, sous l'effet des vibrations du sol, le robinet aura tendance à s'ouvrir et non à se fermer.

(2) Pour éviter cette dépense, quelques inventeurs ont songé à n'allumer la veilleuse qu'au moment même où elle doit fonctionner, en dirigeant le jet de gaz sur de la mousse de platine ou sur du charbon imprégné de palladium. M. Kratz-Boussac a même combiné un appareil qui ferme en plus automatiquement la veilleuse, dès qu'elle a allumé le bec. Mais, ainsi que nous l'avons dit plus haut, les allumoirs au platine et au palladium ont l'inconvénient de perdre peu à peu de leur efficacité.

Cet appareil fonctionne bien, même par temps humide. On peut objecter que la cloche en porcelaine alourdit un peu la lanterne et nuit à son aspect. Mais si l'on a soin de la peindre en adoptant un ton semblable à celui de la lanterne, elle devient, de loin, à peine visible.

Système de la Compagnie Parisienne du gaz. — Ce système est plus simple, en ce sens qu'il dispense de la cloche de prise de courant. La chandelle est isolée de la masse du candélabre par le raccord en ébonite E (fig. 9), situé au-dessous du robinet. Un fil isolé réunit la base de la chandelle à l'une des pointes d'un inflammateur I monté au-dessus du bec. L'autre pointe de cet inflammateur est reliée, d'autre part, à la masse même de la lanterne.

La perche d'allumage (fig. 10) contient deux fils isolés aboutissant respectivement à deux crochets C_1 et C_2 et partant des deux bornes d'une bobine de Ruhmkorff. Cette bobine est, d'ailleurs, excitée à l'aide d'une pile P dont on ferme le circuit sur la bobine, en pressant sur le bouton B. Pile et bobine sont renfermées dans une boîte en bois que l'allumeur porte sur son dos à l'aide d'une courroie. Un fil souple, à quatre conducteurs, relie la boîte à la perche.

La manœuvre, très simple, consiste à ouvrir le robinet avec l'un des crochets supérieurs de la perche et, alors que le robinet est ouvert et qu'il est encore en contact avec le crochet, à toucher le support de la lanterne avec l'autre crochet. A ce moment, on appuie sur le bouton B et l'inflammateur fonctionne.

Ces appareils d'allumage électrique (dont on peut imaginer bien des variantes) (1) permettent de prolonger sensiblement la vie des manchons. Ils sont, d'ailleurs, suffisamment simples pour que l'on puisse les adopter sans crainte dans les services publics.

On voit, toutefois, qu'ils ne sont pas encore complets, en ce sens qu'ils exigent encore la manœuvre, à la main, du robinet.

Cette lacune n'existe pas dans le système de la Société « La Lumière nouvelle » que nous allons décrire, bien que nous ne l'ayons encore expérimenté que dans des locaux fermés.

Le robinet (fig. 11) est commandé par une roue dentée R qui tourne d'un cran quand la came H tourne elle-même autour de l'axe O. Or, cette came est solidaire de l'armature A que peut attirer un électro-aimant C.

Envoyons, dans cet électro-aimant, le courant d'une petite batterie de piles : il agira sur son armature et fera tourner le robinet d'un huitième de tour, car la roue dentée est à huit dents. Ce robinet peut alimenter non seulement le bec, mais une petite rampe latérale. Si on le suppose fermé (position 1) et que l'on excite l'électro-aimant, la position 2 correspondra à l'alimentation de la rampe et à l'alimentation partielle du brûleur; en même temps, le courant passera dans le copeau de platine J, le portera à l'incandescence et enflammera le gaz. En lançant de nouveau le courant dans le circuit, on obtiendra la position 3 qui provoquera l'admission en grand du gaz dans le brûleur et la fermeture de la rampe. Une autre émission de courant et le brûleur se met en veilleuse, puis on retombe sur la position 1, et ainsi de suite.

Fig. 10. — Becs à incandescence. Perche pour l'allumage électrique, système de la Compagnie Parisienne du Gaz.

III. — On voit, en résumé, que les dispositions ingénieuses ne manquent pas pour faciliter l'allumage et la manœuvre des divers foyers. Pour être complet, nous aurions bien aussi à examiner les systèmes de simplification adoptés dans les villes où l'éclairage se fait encore au pétrole. Mais ils sont peu intéressants et très peu pratiques. La Société pour l'éclairage des Villes et des Communes, qui a sur la matière une expérience indiscutable, a dû revenir, dans ses diverses

(1) Nous citerons, en particulier, le système de la maison Beau et Bertrand-Taillet.

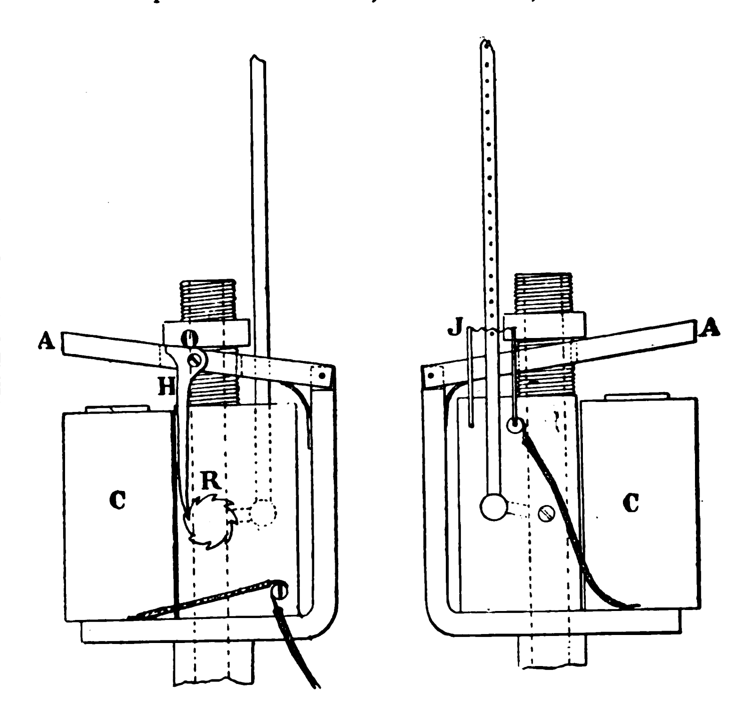


Fig. 11. — Becs à incandescence. Allumage électrique, système de la Société la « Lumière nouvelle ».

installations, au simple allumage à la mèche et à la main... tout comme au temps des réverbères.

Nous avons d'autant moins de scrupules à ne pas nous étendre plus longuement sur cette partie de notre sujet, que les villes qui s'éclairent au pétrole sont de plus en plus rares, et que l'application de l'acétylène à l'art de l'éclairage ne peut manquer d'en diminuer encore le nombre, probablement dans un assez bref délai.

Henri Maréchal,
Ingénieur des Ponts et Chaussées et du Service municipal de Paris.

VARIÉTÉS

LE TRANSPORT DU POISSON ET LES CHASSEURS A VAPEUR

(Planche V.)

Exposé de la question. — Le poisson frais peut se transporter : 1° vivant, dans des viviers disposés à cet effet; 2° mort, à l'état naturel; 3° mort, dans la glace; 4° mort, dans l'air froid; 5° mort, à l'état naturel, mais vidé.

Suivant la distance, la température, il convient de prendre l'un ou l'autre mode de transport. Ce qu'on pourrait désirer de mieux, tant pour l'hygiène qu'au point de vue gastronomique, c'est que le poisson soit vivant quand on l'achète pour le consommer.

La vente du poisson dans les villes du Centre se fait, en dehors des heures de marché, au moyen de petites voitures à bras, ou bien au panier; c'est par là que s'écoule le poisson de resserre. La ménagère peu active, l'ouvrière occupée toute la journée à son travail, achètent ce poisson qu'aucun contrôle n'empêche de vendre; il n'est pas rare que ce poisson figure huit jours à l'étalage, ce qui porte à neuf jours au moins la date de son expédition du port.

Dans les marchés, le poisson est généralement frais, mais il est loin de valoir ce que vaudrait le poisson vivant, car, dans la majeure partie des cas, ce poisson, d'apparence irréprochable, a été conservé dans la glace, et tombe en miettes quand on le fait cuire. Au contraire, le poisson frais conserve, après sa cuisson, un certain corps, qui le rend agréable; sa chair se coupe à sections nettes et présente une certaine résistance à l'arrachement; sa saveur est mieux conservée et par conséquent son goût plus agréable.

Évidemment on pourrait transporter du poisson vivant; la question peut se résoudre, mais n'est pas aussi simple qu'on pourrait le croire : il y a des difficultés de toutes natures à vaincre, notamment le manque d'entente entre le mareyeur et les intermédiaires.

L'an dernier, une Société, au capital de 500 000 francs, s'était fondée en Allemagne pour transporter le poisson vivant; mais cette Société

n'ayant pu amener à Cologne, à Berlin, etc., du poisson dans de bonnes conditions, a dû liquider. Cet essai est un précédent; au lieu de tabler sur l'insuccès de cette Société, pour dire qu'il n'y a rien à faire dans cette voie, ne serait-il pas plus profitable de se servir des faits acquis pour étudier et créer sur de nouvelles bases un matériel convenable? Comme un semblable progrès ne sera sans doute réalisé que dans un avenir plus ou moins prochain, il convient d'étudier quelles améliorations pourraient être immédiatement apportées aux errements actuels.

Avant d'être livré à la consommation, le poisson séjournera dans le bateau qui l'a péché, puis en voiture, puis en chemin de fer, puis en voiture; c'est donc l'intervalle de temps depuis le moment de la mort jusqu'au moment de la vente qu'il convient de réduire, et les précautions dans le transport qu'il convient d'augmenter.

La question de transport est encore à étudier au point de vue du pêcheur, qui joue le double rôle de pêcheur et de transporteur du lieu de pêche au port. Ce sont ces différentes questions que nous nous proposons d'examiner.

L'emploi du treuil à vapeur est aujourd'hui courant, et ne présente aucune difficulté quand l'installation est bien faite. Les traits de chalut de plus d'une heure sont trop longs.

Les chalutiers à vapeur, restant plusieurs jours à la mer, n'ont pas de réservoir à poissons. Il s'ensuit que, quand le produit de la pêche arrive à terre, la presque totalité des poissons sont morts et les premiers pêchés le sont quelquefois depuis longtemps; c'est au moyen de la glace qu'on les conserve : ce qui n'ajoute pas à leur qualité. Il conviendrait donc que chaque chalutier soit muni de citernes convenablement disposées. Des essais ont été faits, mais n'ont pas réussi, et cette idée a été abandonnée par presque tout le monde : les viviers étaient petits, pas pleins et l'eau s'y renouvelait mal, si bien que, dans les mouvements du bateau, les poissons s'abîmaient contre les parois des réservoirs et finalement mouraient.

On aurait évité tous ces inconvénients avec un peu de persévérance. Il existe, à Thurenas-Billeboya (Suède), une Société anonyme pour le transport du poisson vivant. M. Otto Hahr, directeur de cette Société, a imaginé un dispositif spécial de réservoirs à installer dans

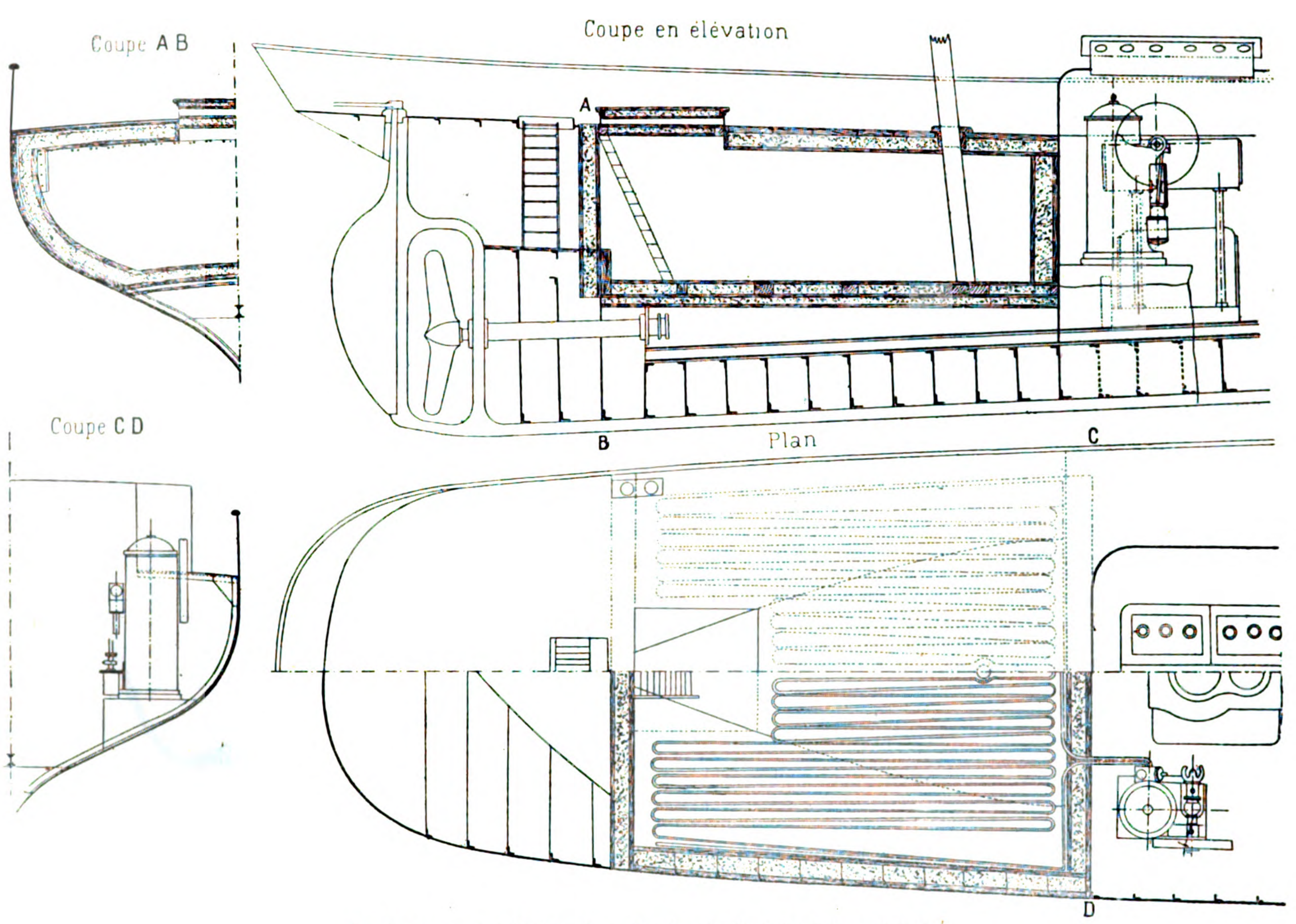


Fig. 1 à 4. — Installation d'une chambre froide à bord d'un chalutier.

Du transport du poisson a la mer. — La pêche provient partie de voiliers, partie de vapeurs au grand chalut, partie de petits vapeurs cordiers. Le petit cordier à vapeur rentre tous les jours au port : le poisson est encore vivant au moment de l'expédition; par conséquent, rien à faire de ce côté. Le vapeur grand chalutier reste plus longtemps à la mer : il conviendrait donc qu'il puisse avoir des citernes pour conserver son poisson. Le voilier reste plusieurs jours à la mer : une citerne lui est indispensable. Dans les deux derniers cas, on peut également faire usage de bateaux chasseurs à vapeur débarrassant tous les jours les bateaux pêcheurs du produit de leur pêche; mais, pour que cette combinaison puisse donner des résultats, il faut que le chasseur soit au service de plusieurs bateaux et possède des qualités spéciales.

Les pêcheries de l'Océan, à Arcachon, procèdent un peu de cette manière : cette Société fait travailler cinq chalutiers à vapeur, dont un rentre tous les jours, apportant le produit des autres bateaux, tel qu'il a été pris.

Il est bien évident que, pour employer un vivier sur le chalutier, il faut s'astreindre à lever le chalut souvent, afin de ne pas s'exposer à n'y trouver que du poisson mort ou presque mort. Un treuil à vapeur sur ces bateaux est donc nécessaire, pour éviter les fatigues considérables que subirait l'équipage.

les navires de guerre, les transatlantiques ou les gros bateaux de pêche.

Ce sont de simples réservoirs dans lesquels ont fait arriver de l'eau par une pompe et dont la décharge se trouve plus haut que le dessus des caisses, afin d'éviter que les citernes aient du vide; des clapets assurent la fermeture des caisses, de telle sorte qu'elles ne peuvent se vider au roulis. Dans ces conditions, le poisson ne risque point de s'abîmer contre les parois des réservoirs. Quand il est possible d'installer le réservoir dans le bateau même au moyen d'un cloisonnage, on peut profiter du sillage pour produire la circulation.

Lorsqu'un bateau à vapeur est en marche par une mer calme, l'on aperçoit à l'avant une vague permanente derrière laquelle, à l'endroit où, pour ainsi dire, la vague a été prise, se trouve un enfoncement permanent. En pratiquant dans l'avant une ouverture au-dessous de la vague, et une autre ouverture à l'endroit où se trouve l'enfoncement, l'on obtient, à travers l'avant du navire, un courant d'eau constant qu'on peut utiliser pour renouveler l'eau d'une citerne à poisson. Les ouvertures d'entrée d'eau sont munies de soupapes automatiques s'ouvrant à l'intérieur, et les ouvertures de sortie de soupapes automatiques s'ouvrent à l'extérieur; un entonnoir dépassant la surface de l'eau facilite l'introduction. Cette disposition peut être applicable aux gros chalutiers.

En ce qui concerne la conservation par le froid, bien que nous n'en soyons pas absolument partisan, nous pensons qu'en tous cas, c'est en chambre froide qu'il convient de conserver le poisson et non dans la glace; il y a évidemment bien des précautions à prendre, mais c'est la meilleure façon de procéder actuellement, si l'on tient à ce que le poisson n'ait pas perdu, après qu'il est dégelé, toutes ses qualités. La température des chambres de conservation ne doit pas descendre au-dessous de — 10 degrés et ne pas dépasser + 2 degrés. Nous donnons, à titre d'indication, les plans (fig. 1 à 4) d'une installation de ce genre dans un chalutier.

La machine à froid proprement dite se place sur un des côtés de la chambre des machines; mais, quoique son ensemble soit ramassé et réduit au minimum de volume, le poids de cette machine est de 2 850 kilogr. vide et de 3 250 kilogr. avec charge d'eau, de sorte que, pour ne pas compromettre l'assiette du navire, on lui a fait équilibre sur le côté opposé par des caisses à eau.

Pour réduire au minimum les déperditions du froid, les parois de la chambre à refroidir sont revêtues intérieurement d'une enveloppe isolante en charcoal de 0m 250 d'épaisseur.

Le refroidissement de la chambre s'obtient au moyen de l'expansion directe de l'ammoniaque dans un serpentin fixé au plafond de cette chambre même, mais de telle façon que sa hauteur ne se trouve réduite que de 45 à 50 millimètres.

Pendant le trajet du port au lieu de pêche, la machine à froid marche continuellement pour abaisser la température de la chambre et emmagasiner du froid dans les parois.

Lors de l'entrée du poisson dans la chambre froide, la température de celle-ci remonte; mais la machine continuant à marcher, elle ne dépasse pas une certaine limite et redescend même durant le trajet de retour. Pendant l'arrêt de la machine à froid, le panneau de la chambre froide est maintenu ouvert pour provoquer la fonte du givre qui se dépose sur les tuyaux réfrigérants et qui diminuerait le rendement de la machine, s'il n'était éliminé après chaque voyage.

Nous ne possédons pas de données très précises sur la consommation de vapeur de cette machine; elle peut cependant être évaluée à environ 120 à 130 kilogr. par heure, l'échappement étant dirigé dans le condenseur de la machine du bateau et la pression à la chaudière étant de 8 kilogrammes.

La meilleure machine à employer pour ce genre d'installation est la machine Lindé.

En Amérique, on expédie énormément de saumons par terre et par eau. En 1894, il a été expédié, des canneries installées sur le Karluk-River, 675 000 caisses, représentant 7 000 000 de saumons; la caisse vaut environ 30 francs. Des wagons et des navires, spécialement aménagés pour la conservation par le froid, reçoivent ce poisson, qui est congelé avant tout transport dans une usine.

L'usine la plus importante établie dans ce but est celle de la Texas Lake Ice and Cold-Storage Company, à New-Westminster, et comprend un bâtiment de 32 mètres de long sur 9m 50 de large, à deux étages, avec une annexe pour les chaudières.

Le rez-de-chaussée est occupé par les machines à glace à ammoniaque, les réservoirs de solution incongelable, les magasins de réception des poissons et d'approvisionnement de sciure de bois. Le premier étage est divisé en neuf chambres semblables, dont deux sont munies, sur leurs parois et plafonds, de tuyaux pour la détente directe du gaz ammoniac. Ces deux pièces sont ainsi maintenues à une température de 20 à 25° C. au-dessous de zéro. Les saumons, qui y sont suspendus, sont rapidement congelés. On les transporte alors dans les autres pièces, où la température est maintenue à 10° au-dessous de zéro par une circulation de liquide incongelable. Ils restent dans ces magasins jusqu'au moment de l'expédition, qui se fait dans des caisses en bois complètement entourées de sciure de bois préalablement séchée et refroidie.

Nous avons, à Paris, l'entrepôt frigorifique de Saint-Ouen, qui reçoit des produits très variés. C'est surtout la viande de boucherie transportée du Havre à Paris par chalands frigorifiques que cet établissement emmagasine. On y conserve aussi du saumon, venant d'Amérique par la même voie et ayant subi la préparation que nous avons décrite plus haut.

Pour le voilier, il ne faut pas songer à des chambres froides; c'est une installation à bon marché qu'il faut: de la glace et un vivier.

Quand on fait construire un bateau de ce genre, il conviendrait de le disposer de manière à constituer une citerne; c'est évidemment le moyen le plus économique de conserver le poisson et celui qui permet de livrer la marchandise la meilleure.

En dehors de ces avantages, le pêcheur peut rester le temps qu'il veut à la mer, ce qui lui permet de mieux choisir le lieu de pêche.

Les figures 5, 6 et 7 montrent un bateau système Hahr formant vivier.

En octobre 1893, M. Hahr a transporté avec plein succès une cargaison d'écrevisses de Abo en Finlande, à travers la Baltique, jusqu'à Lanaskroux, port de mer suédois en face de Copenhague, dans le Sünd, voyage qui, par suite de tempêtes et de vents contraires, a duré 30 jours. Après les avoir gardées encore quelque temps dans l'eau salée du Sünd et dans le vivier du *Primus*, il en a envoyé à Paris où elles ont été vendues à la Halle, ainsi qu'il est fait chaque jour avec des écrevisses venant d'Allemagne. A leur arrivée à Paris, il s'était écoulé 50 jours depuis le départ du *Primus* de Finlande.

La même expérience a été faite en septembre, l'année dernière, de Finlande à travers la Baltique et le nouveau canal maritime qui relie celle-ci à la mer du Nord jusqu'à Hambourg, voyage qui a duré 26 jours. Avec ses écrevisses, M. Hahr emportait aussi cette fois un lot de « Lavarets », poisson considéré comme le plus susceptible de la Baltique, mais qui a bien supporté le voyage quoique le bateau, pendant le trajet, ait dû rester à l'ancre seize nuits dans l'archipel de la côte suédoise, et quoique le maniement de la pompe à hélice pendant les nuits ait été très imparfaitement fait par l'équipage peu nombreux (M. Hahr n'avait avec lui que 2 hommes).

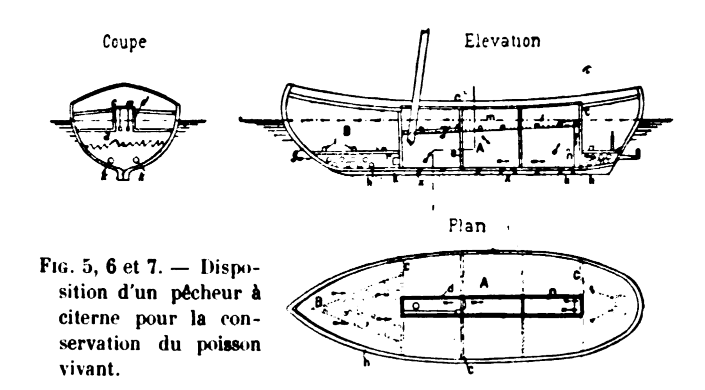
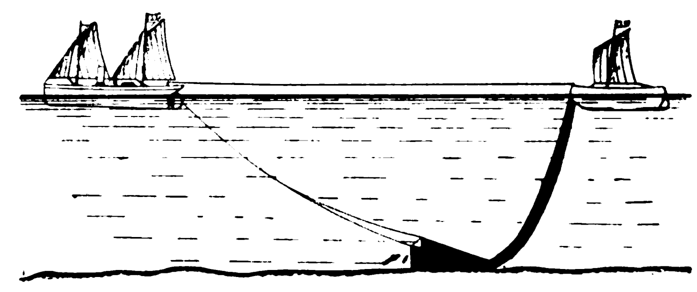


Fig. 5, 6 et 7. — Disposition d'un pêcheur à citerne pour la conservation du poisson vivant.

Il existe des bateaux-viviers de bien des systèmes; celui que nous venons d'indiquer semble être un des plus pratiques. On en trouve surtout en Allemagne et en Norwège : c'est au moyen de viviers qu'on arrive à livrer, à Berlin, des anguilles vivantes de l'embouchure de l'Elbe; mais il convient de dire que cela constitue un cas spécial, l'anguille étant un poisson très robuste et résistant.

Nous signalerons une application originale au *bateau-vivier*, représenté par la figure 8. Ce bateau, remorqué par le chalutier, est réuni au chalut par un canal en filet solide, assez long pour former un passage d'une inclinaison d'environ 30° avec le fond; sa longueur est égale, environ, au double de la profondeur de l'eau. Le conduit aboutit au prolongement d'un entonnoir, pouvant à volonté être ouvert ou fermé. Par ce moyen, le poisson est amené à entrer tout naturellement intact et vivant dans le vivier, sans avoir à supporter les secousses contre le fond et les froissements occasionnés par la vidange du chalut, qui souvent endommagent ou causent la mort d'un grand nombre de poissons. La pêche peut continuer ainsi sans interruption, jusqu'à ce que le vivier soit plein.


Fig. 8. — Disposition d'un chalutier et d'un bateau-citerne.

Dans le même ordre d'idées nous signalerons aussi la *bouée pêcheuse électrique*, dont nous donnons une coupe (fig. 9). Cet appareil se compose d'un corps en tôle cylindrique, dans lequel se trouvent deux pompes centrifuges AA, mues par un moteur électrique. En BB se trouvent deux réservoirs à eau qui s'emplissent et se vident à volonté au moyen d'un dispositif spécial; ces réservoirs ont pour but de rendre la bouée moins lourde à mouiller et à soutenir. Une puissante lampe électrique se trouve en *c*; elle est confectionnée pour marcher par des fonds de 70 mètres, c'est-à-dire sous une pression de 7 kilogr. Un gouvernail D empêche la bouée de tourner, quand elle est prise par le courant. Quatre boucles permettent de suspendre l'appareil.

Pour se servir de l'appareil, qui est placé sur un vapeur assez fort, muni d'une dynamo, on commence par le descendre à une profondeur convenable, comme le montre la figure 10; le câble de suspension est suivi du câble portant l'électricité aux dynamos des pompes et à la lampe. On met les pompes et la lampe en route; la lampe projette ses rayons par les larges ouvertures de la lanterne : le poisson attiré s'approche et est pris par le courant d'eau puissant créé par les pom-



pes ; il s'engage donc dans la cheminée de l'appareil qui conduit au canal en filet montant aux citernes du navire.

Les pompes aspirent l'eau à la partie supérieure de la cheminée de l'appareil et la refoulent dans un tuyau formant ceinture qui alimente les tuyaux formant rayons ; ces tuyaux aboutissent aux collecteurs qui envoient un jet d'eau puissant dans la cheminée.

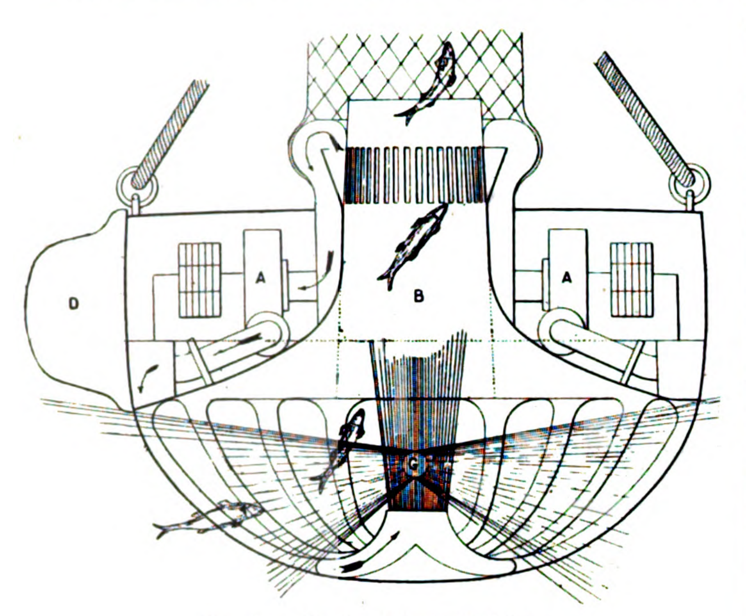


Fig. 9. — Bouée-pêcheuse électrique.

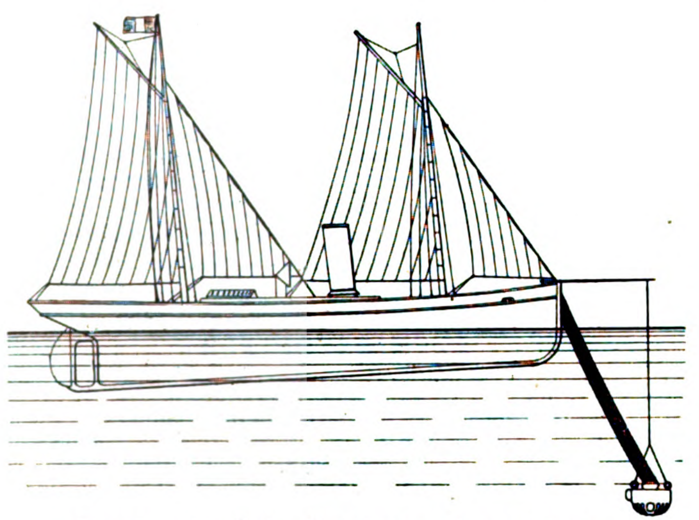


Fig. 10. — Installation d'une bouée-pêcheuse électrique.

Comme cette cheminée est d'une section six fois plus grande que le collecteur, l'eau environnante se trouve aspirée, et cela suffit à établir le courant sur lequel on compte pour diriger le poisson vers le point voulu.

Des chasseurs a vapeur. — Supposons, par exemple, que 10 voiliers d'un tonnage suffisant, faisant le chalut, se syndiquent pour acheter un chasseur à vapeur rapide, valant environ 200 000 francs. Ce syndicat élirait un directeur chargé de donner des ordres, de surveiller, d'entretenir le chasseur. Une réglementation spéciale établirait, de façon à ne pas créer d'équivoques, dans quels rayons et dans quelles conditions les voiliers auraient le droit de demander le vapeur. Un registre spécial placé à bord du chasseur contiendrait les ordres de chaque patron, ordres que ce bateau exécuterait en tant que cela ne serait pas contraire au règlement.

Le prix du vapeur serait payé par parts égales de la même façon ; toutes les dépenses seraient supportées également par chacun des membres du syndicat, sauf pourtant pour celui dont le voilier en avarie ne pourrait prendre la mer. Le chasseur ramènerait les hommes à terre et en embarquerait d'autres, ainsi que les vivres; il transporterait le poisson qui serait remis au mandataire du bateau qui l'aurait produit.

En ce qui concerne le transbordement, il suffira, par un temps ordinaire, d'employer un canot à vapeur détaché du chasseur ; par gros temps, on tournera la difficulté au moyen d'une bouée spéciale dans laquelle on peut mettre le poisson.

Quelle que soit la combinaison adoptée, les qualités à demander à un chasseur sont : la tenue à la mer et la vitesse. Pour réunir ces conditions, sans pourtant dépenser une somme hors proportion avec les services que doit rendre cet outil, il ne faut pas exiger plus de 15 nœuds. Avec cette vitesse, un bateau, ayant son port d'attache aux Sables-d'Olonne, pourrait visiter, dans sa journée, les pêcheurs travaillant dans un rayon compris entre la pointe de Chassiron et le plateau de Rochebonne, le lendemain ceux travaillant de Noirmoutier à Rochebonne. Cet exemple montre toute l'étendue qu'on peut couvrir et toute l'importance de la question.

Les dimensions principales à donner au bateau seraient : longueur, 30 mètres; largeur, 5m 50; creux, 2m 80. Les figures 11 à 14 montrent les dispositions à prendre au point de vue des aménagements.

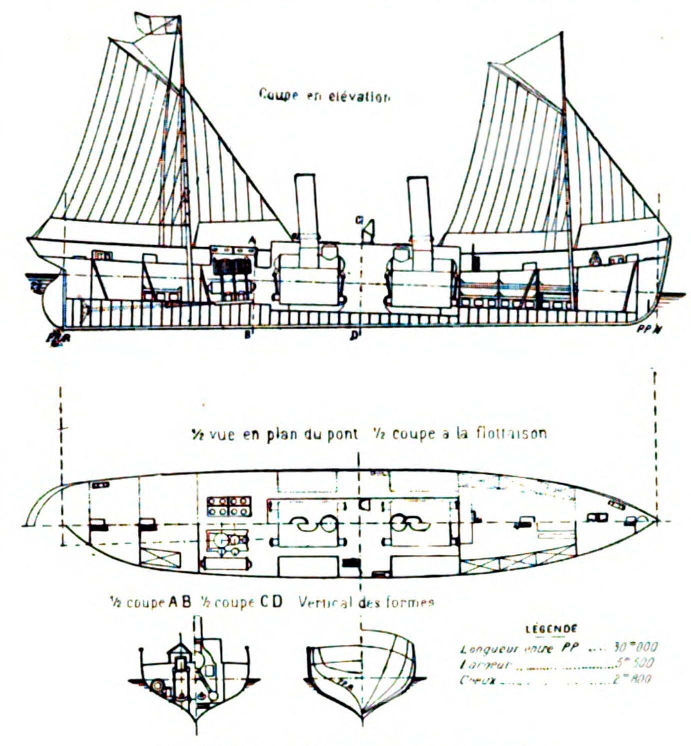


Fig. 11 à 14. — Chalutier à vapeur en acier.

Une disposition fort recommandable est d'avoir deux machines et deux chaudières, de façon à assurer le service quoi qu'il arrive.

Les appareils moteurs devront pouvoir développer 800 chevaux environ, pour réaliser la vitesse de 15 nœuds.

Ce vapeur étant un bateau de vitesse, devrait être construit en acier, pouvoir prendre du charbon pour 30 heures de mer, c'est-à-dire 24 000 kilogr., et porter 10 à 12 tonnes en lourd. Malgré ces conditions un peu dures, on peut faire fonctionner les chaudières à tirage naturel. Le bateau devrait, en outre, posséder une mâture et une voilure suffisantes pour lui assurer une navigation relativement facile, en cas d'avaries aux deux machines (1).

Le bateau chasseur serait, en outre, disposé pour remorquer, de façon à pouvoir, à l'occasion, sortir un bateau de la flottille d'une situation critique, le rentrer au port en cas d'avaries, le sortir du port par temps calme.

Il devra posséder deux canots faciles à mettre à la mer, des instruments de sauvetage, tels que bouée, ceintures, lignes, etc.

C'est tout ce qu'on peut dire actuellement de ce que devrait être un chasseur. L'état de la question n'en permet pas encore une étude complète; il suffit, pour le moment, d'avoir démontré l'importance de la cause et la possibilité de sa solution.

Il nous reste à examiner deux questions : le transbordement par gros temps et la conservation du poisson.

Pour le transbordement par gros temps, on pourrait avoir des bouées à autoclaves, qu'on remplirait sur le bateau pêcheur et qu'on mettrait à l'eau après y avoir fixé une corde permettant le halage de cette bouée à bord du chasseur. Les dimensions, proportions et dispositions seraient déterminées par un appareil construit à titre d'essai, puis rectifié suivant ce que l'usage pourrait apprendre.

Avec la bouée, il n'est point nécessaire d'approcher les bateaux, ni de mettre une embarcation à la mer pour le transbordement. Cette bouée serait disposée de façon que son choc ne puisse pas donner lieu à des avaries de carène.

Quant à la conservation du poisson à bord, en hiver, il ne sera pas nécessaire d'adopter des dispositions spéciales, à moins que, de tout temps, on préfère avoir du poisson vivant; dans ce cas, il faudrait employer une citerne, en adoptant tel système de vivier qui paraîtra

(1) Il est bien évident qu'une telle construction devrait se faire sous le contrôle du Bureau Véritas, dont on sait toute la compétence en pareille matière.

le meilleur. Mais alors il y a lieu de tenir compte des observations suivantes, qui s'appliquent, du reste, à toute installation de ce genre : 1° Circulation de l'eau dans les réservoirs; 2° Éviter, autant que possible, de serrer les poissons par le milieu du corps en les maniant; 3° Les plus petits seront mieux dans la glace; il faut, pour qu'ils résistent au transport en vivier, qu'ils soient assez forts; 4° Les faces du vivier seront garnies, à 3 ou 4 centimètres des côtés, de lamelles de bois mobile ou tapis en jonc, de façon à empêcher que les brusques déplacements n'abiment le poisson; 5° Le réservoir ou vivier sera toujours entièrement plein pour éviter les remous de l'eau; la partie supérieure sera garnie de tapis en jonc pour empêcher le choc de la tête des poissons dans une ascension brusque; 6° Le volume minimum des réservoirs doit être de 7 litres d'eau par kilogramme de poisson à transporter; pour se trouver dans des conditions normales, il faudrait 14 litres; 7° Ces viviers devront être disposés de manière qu'on puisse y pénétrer aisément, afin de faciliter leur entretien en parfait état de propreté; 8° Ne laisser les poissons hors de l'eau que le moins longtemps possible, pour éviter de sécher leurs branchies.

Lacépède, dans son histoire naturelle du poisson, dit que le froid engourdit les poissons et les plonge dans une torpeur qui, tout en leur conservant l'existence, ralentit leur fonction. Ceci expliquerait comment sont préservées de la destruction certaines espèces très sensibles Il cite encore que certains poissons, engourdis par le froid, ont été transportés à 100 kilomètres, avec les moyens dont on disposait en 1803, enveloppés dans de la neige et avec un morceau de pain trempé dans de l'eau-de-vie dans la bouche. Il paraît que c'est par le même procédé que la carpe fut transportée en Angleterre en 1514 et au Danemark en 1550.

Il faut, pour ne pas tuer le poisson, que le refroidissement soit lent et progressif; toute transition brusque lui serait funeste, sa température ne dépassant pas 4°.

Étant donné l'état actuel de nos connaissances, ne pourrait-on pas trouver un moyen analogue, mais pratique, de réduire l'activité de la vie des poissons, tout en leur conservant l'existence, afin de faciliter leur transport ?

Transport du poisson par terre. — Il ne suffit pas d'avoir amené au port du beau poisson : il est, en outre, nécessaire qu'il conserve ses qualités pendant un certain temps, car, pour le poisson destiné à l'intérieur, le transport est souvent long. Il faut bien que les pêcheurs se figurent que, chercher à améliorer les moyens de transport, c'est augmenter la demande, c'est ouvrir de nouveaux débouchés, et, par conséquent, assurer l'écoulement dans de bonnes conditions, lors d'une pêche favorable. Tous les efforts qui tendront à ce but seront d'autant plus louables qu'ils seront profitables à tous.

En hiver, il n'y a pas d'inconvénient à transporter par chemin de fer du poisson mort sans autres précautions spéciales qu'un bon emballage; mais, en été, il est indispensable de le conserver dans de la glace.

Aucun matériel spécial n'existe en France, pas plus pour le poisson mort en chambre froide que pour le poisson vivant en vivier.

La Compagnie d'Orléans a pourtant une dizaine de wagons à claire-voies et à étagères, qui sont assez bien disposés pour le transport du poisson. Sur les autres Compagnies, les wagons à cet usage n'ont de particulier que des rigoles pour l'écoulement de l'eau de mer, qui abime les essieux et les boîtes à graisse.

Le poisson est mis par les pêcheurs dans des paniers en osier ayant 0m 80 de hauteur environ et 0m 500 de diamètre; en été, quelques morceaux de glace sur le dessus du panier sont supposés suffisants pour entretenir durant le voyage le poisson en bon état.

Si l'état de la question n'est pas plus avancé, ne faut-il pas l'attribuer à ce que les Compagnies de chemins de fer n'ont pas plus d'intérêt à voir arriver le poisson en bon qu'en mauvais état, car elles ne donnent aucune autre garantie que celle de transport. Les intéressés, le public et le vendeur, n'ont donc pas à intervenir, quelle que soit la condition dans laquelle la marchandise a été transportée.

Aux États-Unis il existe des wagons-glacières, pouvant porter chacun 20 000 kilogr. de poisson. Ils mesurent 10 mètres de long, 2m 45 de large et autant de haut; ils s'ouvrent sur les deux côtés. Les compartiments à glace se trouvent aux deux extrémités du wagon et peuvent recevoir 60 centimètres d'épaisseur de glace. La cloison séparant ces deux compartiments du wagon lui-même est constituée par un treillis en fil de fer galvanisé, avec mailles de 5 centimètres d'ouverture. Une gouttière sert à l'évacuation de l'eau provenant de la fusion de la glace; avant de s'écouler, l'eau passe sur un plan garni d'une toile métallique destinée à emmagasiner et à rayonner le froid. La température de la glacière est réglée, de manière à rester constante, au moyen d'ouvertures permettant le mélange de l'air chaud extérieur à celui du compartiment.

Il serait désirable évidemment qu'un semblable progrès soit réalisé sur nos lignes françaises; mais qui en prendra l'initiative, puisque les Compagnies de chemins de fer n'ont à attendre de ce système aucun profit immédiat ? Il faudrait donc que ce soit une société privée, qui mette en circulation ces wagons, qui seraient loués aux pêcheurs ou à l'expéditeur pour le transport.

Une question bien plus intéressante encore est celle du transport du poisson vivant en chemin de fer. Nous avons cité, plus haut la tentative faite dans ce sens en Allemagne l'an dernier. Un autre essai, entrepris dans de meilleures conditions, a été fait par M. Hahr et a donné de bons résultats : nous donnons, à titre de renseignement, les dessins (fig. 1 à 6, pl. V) des wagons qui ont servi à cet essai. La disposition indiquée sur les figures 4 à 6 est, croyons-nous, celle qui a donné le meilleur résultat.

En principe, cette installation se compose d'un réservoir, d'une pompe mue par l'essieu du wagon et destinée à assurer la circulation de l'eau, d'un réservoir réfrigérant et d'un aérateur; l'eau est prise à la partie supérieure du réservoir, se filtre, se rafraichit et s'aère pour pénétrer à nouveau dans le vivier.

M. Hahr a fait plusieurs longs voyages en Allemagne avec du poisson vivant, chargé dans un de ces wagons-viviers, et toujours avec plein succès. Entre autres, il a transporté, en juillet 1895, d'Emmerich (ville située sur le Rhin, près de la frontière allemande-hollandaise) jusqu'à Leipzig, sur une distance de 600 kilomètres, un chargement de tanches qui sont arrivées à destination, non seulement toutes vivantes, mais dans un excellent état.

De nombreuses autres tentatives de transport de poisson de mer vivant ont été faites. Nous citerons en particulier, M. Hermann qui a fait construire un wagon-citerne analogue au wagon de M. Hahr. Trois voyages ont été effectués de Hambourg, de Brême, des côtes hollandaises, à Cologne; les deux premières expériences n'ont pas réussi, la troisième seule a donné de bons résultats. On doit remarquer que, pour ce dernier voyage, les poissons, dès leur capture, avaient été placés à bord dans les mêmes conditions que dans le wagon : on peut donc attribuer ce succès à ce que les poissons n'ont pas changé de régime pendant tout le temps de leur transport. En somme, de toutes ces expériences, il semble résulter que, pour réussir, il faut que l'eau de mer soit continuellement agitée, qu'un courant d'oxygène la traverse et qu'un filtre permette de la débarrasser des déjections des poissons.

Il est utile de rappeler ici que les précautions indiquées précédemment sont également à observer dans le cas qui nous occupe.

A notre avis, il faut attribuer l'insuccès des premiers essais à une installation défectueuse. Reste à établir si le prix d'un matériel de ce genre et le coût du transport de l'eau nécessaire rendraient possible l'entreprise au point de vue commercial.

P. Dubar.

CHEMINS DE FER

LES NOUVEAUX TRAINS EXPRESS ANGLAIS en 1896.

Bien que les fameuses luttes de vitesse de 1888 et de 1895 ne se soient pas renouvelées cet été, en Angleterre, on doit constater un accroissement assez général et très remarquable de la vitesse des trains express, malgré l'augmentation de confortable donné au voyageur et celle du poids des trains qui en résulte. Bien plus, les accroissements de vitesse constatés n'ont rien de temporaire et sont désormais acquis.

Il est intéressant de comparer les résultats obtenus cet été avec ceux dont la presse anglaise s'était occupée au mois d'août 1895 [1].

Examinons d'abord les trains concurrents de Londres sur l'Écosse par les côtes est et ouest.

A la fin du mois d'août 1895, le train partant de Londres à 8 heures du soir, se rendait à Aberdeen en 10 h. 25 m. par la côte est et en 10 h. 30 m. par la côte ouest. Ces deux trajets sont, cette année, diminués de dix minutes, bien que le poids des trains soit plus considérable.

Le train de la côte est part maintenant à 8 h. 15 m. du soir et accomplit d'une seule traite le trajet de Londres à Grantham en 1 h. 54 m. (soit deux minutes de moins que le mois dernier), à la vitesse moyenne de 88km 6 à l'heure. Cette vitesse est d'autant plus remarquable que ce train pèse, en moyenne, 200 tonnes, que la ligne présente deux très longues rampes, dont une au sortir de Londres, et que la traversée de la gare de Peterborough exige un ralentissement entrainant une perte de trois minutes. De Grantham à York, on compte 132km 4, que le train parcourt en 88 minutes, soit à la vitesse moyenne de 90km 2 à l'heure, malgré trois ralentissements à Selby, Betford et Doncaster. Ce train couvre donc la distance de Londres à York en 3 h. 26 m., soit à la vitesse commerciale de 87km 5 à l'heure.

A partir de York, le remorquage du train qui se rend à Newcastle

(1) Voir l'*Engineer* du 17 juillet 1896.



(120 kilomètres) en 92 minutes comme autrefois, est assuré par la Compagnie du North-Eastern; cette partie de ligne est difficile, exige plusieurs ralentissements et présente des courbes de petits rayons à l'entrée de Newcastle. Les 200 kilomètres qui séparent Édimbourg de Newcastle sont ensuite parcourus, sans arrêt, en 2 h. 17 m., soit à la vitesse de 87km5, sur une ligne de tracé assez difficile et comportant deux ralentissements. Ce train met donc 7 h. 25 m. pour effectuer le parcours de Londres à Édimbourg (640 kilomètres), soit moins que le *record* de 1888 obtenu avec des trains spéciaux beaucoup plus légers. Deux autres trains, partant de Londres à 10 heures et à 11 h. 30 m. du soir, ne mettent que 7 h. 30 m. pour le même parcours.

Ces résultats remarquables sont obtenus avec plusieurs types très différents de locomotives, dont quelques-uns ont été décrits dans le *Génie Civil* [1]. De Londres à York, les trains sont remorqués par des machines à roues libres appartenant à deux types différents : l'un possède des roues motrices de 2m50 de diamètre et des cylindres extérieurs de 0m500 × 0m760; l'autre possède des roues motrices de 2m32 et des cylindres intérieurs de 0m480 × 0m660. De York à Édimbourg, le remorquage est effectué par les machines du *North-Eastern* à roues libres de 2m32, possédant des cylindres de 0m490 × 0m610, ou par de nouvelles machines extrêmement puissantes, à quatre roues accouplées de 2m33 de diamètre, munies de cylindres de 0m510 × 0m660. Au nord d'Édimbourg, la traction est effectuée par des machines du *North-British*, à quatre roues accouplées de 1m95 de diamètre et possédant des cylindres de 0m480 × 0m660. Toutes ces locomotives sont portées à l'avant par un bogie.

Le train d'Écosse de la côte ouest ne montre pas tout d'abord ce qu'il est capable de faire. Il effectue en 105 minutes le trajet de 132 kilomètres de Londres à Rugby, puis, sa vitesse s'élevant progressivement, les 121 kilomètres de Rugby à Crewe en 81 minutes, soit à la vitesse moyenne de 90 kilomètres à l'heure, les 58 kilomètres de Crewe à Wigan en 39 minutes (89 kilomètres à l'heure). Son plus beau parcours est celui de Wigan à Carlisle (169 kilomètres) comprenant trois rampes, dont une assez longue de 12 millimètres, effectué en 1 h. 52 m., soit à la vitesse moyenne de 90km2 à l'heure. Ce résultat tout à fait exceptionnel est légèrement dépassé par le même train de Carlisle à Sterling (188km5) sur le Caledonian Railway, le temps alloué n'étant que de 2 h. 5 m. correspondant à une vitesse moyenne de 90km2 à l'heure. Cette partie de la ligne est pourtant d'un tracé difficile et comprend la fameuse rampe de Beattock et deux autres rampes plus faciles (5 millimètres), mais fort longues.

Les 53 kilomètres qui séparent Sterling de Perth, comprenant une rampe de 12 millimètres, sont parcourus en 35 minutes. Vient ensuite le parcours le plus remarquable, tout au moins au point de vue de la vitesse car le profil est plus facile : celui de Perth à Forfer, 52 kilomètres en 32 minutes, ce qui représente une vitesse moyenne de 97km5 à l'heure, la plus élevée qui ait jamais été atteinte par un train régulier. Le voyage se termine par un trajet de 92 kilomètres, effectué en 70 minutes.

Ainsi le trajet de Rugby à Forfer, comprenant exactement 640 kilomètres, s'effectue en 7 h. 23 m., soit à la vitesse commerciale de 86km7 à l'heure, ou en 7 h. 8 m., arrêts déduits, ce qui correspond à une vitesse moyenne de marche de 90 kilomètres à l'heure, sur une ligne présentant des sections réellement très difficiles.

Les machines qui effectuent le remorquage de ces trains n'ont rien de remarquable en elles-mêmes. Sur la section appartenant au *London and North-Western*, ce sont ou les machines compound à 4 roues motrices de 2m16 de M. Webb, ou des machines à 4 roues accouplées de 1m95, qui ne sont pas très puissantes. Sur les rails du *Caledonian*, le remorquage est effectué par de nouvelles locomotives à 4 roues accouplées de 1m98, possédant des cylindres de 0m490 × 0m660.

Les deux trains dont nous venons de parler sont certainement les deux plus rapides, mais il en est d'autres dont la vitesse est elle-même fort remarquable. La côte est a mis en service un nouveau train pour Aberdeen partant de Londres à 10 heures du soir et qui effectue le trajet de King's Cross à Peterborough (122 kilomètres) en 83 minutes, soit à la vitesse moyenne de 88 kilomètres à l'heure. Le même train met 2 h. 1 m. pour aller de cette dernière gare à York (179 kilomètres), soit 88km6 à l'heure. Le reste du parcours s'effectue dans les mêmes conditions que pour le train précédent. Un autre train partant de Londres à 11 h. 30 m. du soir et un train de dédoublement, circulant depuis le 20 juillet, complètent ce service remarquable. Il y a donc actuellement sur cette ligne 4 trains de nuit de Londres à Édimbourg (640 kilomètres), effectuant le trajet en 7 h. 25 m., 7 h. 30 m., 7 h. 30 m., et 7 h. 35 m.

L'horaire des rapides de jour partant de Londres à 10 heures du matin et à 2 h. 20 m. du soir n'est pas modifié cette année, mais on a établi un nouvel express partant de King's Cross à 11 h. 20 m. du matin et qui parcourt sans arrêt, en 2 h. 20 m., le trajet de King's Cross à Newark, de là à York (109 kilomètres) en 1 h. 28 m. et qui arrive à Édimbourg en 8 h. 25 m.

[1] Voir le *Génie Civil*, t. XXVIII, n° 16, p. 241.

La ligne concurrente de la côte ouest a mis aussi en service quelques nouveaux trains très rapides. L'un d'eux quitte Euston Station à 10 h. 15 m. du soir et accomplit d'une traite sans arrêt, en 3 heures, les 253 kilomètres qui la séparent de Crewe, puis en 2 h. 40 m. les 227 kilomètres de Crewe à Carlisle, à la vitesse moyenne de 85 kilomètres; ce train accomplit donc en 5 h. 40 m. un trajet de 480 kilomètres avec un seul arrêt intermédiaire. C'est un résultat unique qui ne peut être obtenu que grâce à l'emploi des prises d'eau en route avec les appareils Ramsbottom. Ce train met 10 h. 35 m. pour se rendre à Aberdeen. Le train partant de Londres à 11 h. 50 m. du soir se rend à Glasgow et à Édimbourg en 8 heures. Un nouvel express de jour partant à 11 h. 30 m. du matin, et qui s'arrête plus souvent, met 8 h. 25 m. à effectuer le même trajet. Les trains montants ont été aussi améliorés, mais dans une moins grande mesure.

On doit toutefois citer le trajet de Beattock à Carlisle sur le *Caledonian*, effectué à la vitesse moyenne de 91 kilomètres, et celui de Forfer à Perth à la vitesse de 90 kilomètres. Le train montant de la côte ouest partant d'Édimbourg à 10 h. 15 m. du matin ne s'arrête plus à Crewe et parcourt sans arrêt, en 2 h. 32 m, le trajet de Preston à Rugby (202km4).

On constate, d'une manière générale, un accroissement notable des parcours effectués sans arrêt. Nous avons déjà cité ceux de Londres à Crewe (253 kilomètres), de Crewe à Carlisle (227 kilomètres), de Preston à Rugby (202km4). Sur le *Great-Northern* onze trains descendants et six trains montants brûlent la station de Peterborough; cinq trains, dont deux descendants, ne s'arrêtent plus à Grantham, et deux ne s'arrêtent plus ni à Grantham, ni à Peterborough. Le *Great-Western* a établi des trains directs de Londres à Leamington effectuant sans arrêt un parcours de 170 kilomètres en 2 heures, à la vitesse moyenne de 85 kilomètres à l'heure; plusieurs de ces express continuent le service de Londres à Bristol (190 kilomètres) en 2 h. 15 m. sans arrêt, soit à la vitesse moyenne de 84km5 à l'heure. Trois trains descendants vont directement de Paddington à Bath (171 kilomètres) avec une vitesse moyenne de 85km6 à l'heure. Un autre train va sans arrêt de Londres à Newport (224 kilomètres) mais à une vitesse moindre que les précédents, le temps alloué étant de 2 h. 58 m.; le tracé de la ligne est, il est vrai, difficile.

En résumé, les trajets les plus rapides se classent comme suit :

COMPAGNIES	VITESSE MOYENNE	PARCOURS	DISTANCE	TEMPS ALLOUÉ
	km		*km*	*h. m.*
Caledonian	97,5	Perth-Forfer	52	0 32
Caledonian	90,6	Beattock-Carlisle	63,6	0 42
Caledonian	90,6	Stirling-Perth	53	0 35
Caledonian	90,4	Carlisle-Sterling	188,5	2 5
Great-Northern	90,2	Grantham-York	132,4	1 28
London and North-Western	90,2	Wigan-Carlisle	169	1 52
London and North-Western	90	Rugby-Crewe	121	1 21
Great-Northern	89	Peterborough-York	179	2 1
London and North-Western	89	Crewe-Wigan	58	0 39
Great-Northern	88,8	King's Croos-Peterborough	122	1 23
North-Eastern	87,5	Newcastle-Edimburgh	200	2 17
Great-Western	85	London-Leamington	170	2 »
London and North-Western	84,6	Crewe-Carlisle	226	2 40
London and North-Western	84,3	Enston-Crewe	253	3 »
London and South-Western	80,4	Salisbury-Vauxhall	132	1 38
Great-Eastern	77,4	London-Ipswich	110	1 25

Paul Jayez.

TRAVAUX PUBLICS

ORGANISATION D'UN CHANTIER POUR L'EXÉCUTION D'UN ÉGOUT en Amérique.

Dans certaines villes américaines, on applique pour le transport des terres, au cours des travaux d'égout ou de canalisation, une méthode qui permet de réduire la main-d'œuvre au minimum, la terre n'étant remuée qu'une seule fois par la pelle du terrassier.

On ouvre le chantier sur 50 mètres de longueur à la fois; les pavés sont enlevés et mis en tas des deux côtés de la tranchée à creuser, qui est recouverte, sur 15 mètres de longueur, de madriers supportant deux files de rails; la terre est enlevée sur une profondeur de 1m80; on la charge sur des tombereaux A qui l'emportent au loin (fig. 1). Ces tombereaux, à deux roues et attelés d'un seul cheval, sont semblables à ceux dont on se sert en France; ils stationnent en tête de la tranchée.

A environ 10 mètres en arrière, on installe, sur la voie provisoire dont nous avons parlé, une machine à battre les pilotis B, consistant en une plate-forme P, montée sur des roues de faible diamètre, qui supporte en arrière une chaudière K, et en avant un mouton M à action directe. Le cylindre à vapeur C est suspendu à un treuil au-dessus du mouton ; la vapeur entre dans la boîte de distribution par une conduite en caoutchouc ; il n'y a pas de tuyau d'échappement; la vapeur se répand directement dans l'atmosphère après avoir produit son effet, de sorte que tout le chantier se trouve dans un nuage de vapeur aussi longtemps que dure le battage d'une série de pieux. Un homme suffit pour surveiller la chaudière, faire avancer ou reculer la plate-forme, et faire varier la hauteur du mouton à mesure que les pieux s'enfoncent.

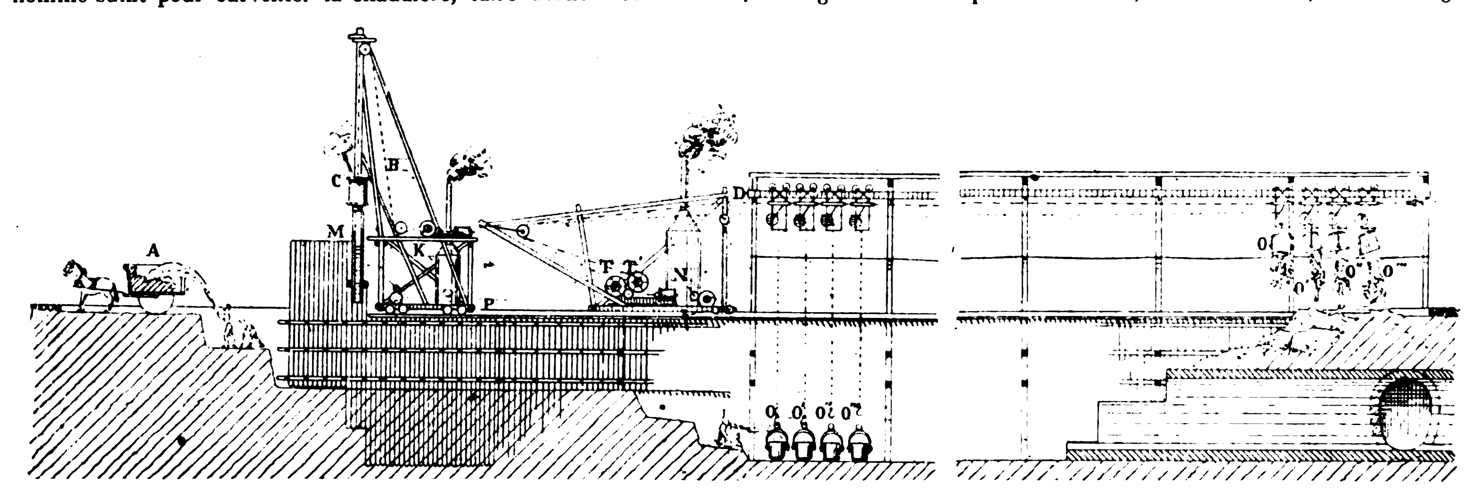


Fig. 1. — Installation d'un chantier pour l'exécution d'un égout en Amérique.

Des charpentiers disposent de chaque côté de la fosse une muraille de pieux, qu'ils entretoisent, tous les 5 mètres, par des madriers posés transversalement. La sonnette à vapeur suit les charpentiers et enfonce quatre pieux à la fois.

Derrière le chantier de battage circule sur les rails, posés à cet effet, une deuxième plate-forme roulante semblable à la précédente. Elle porte une chaudière N et deux treuils à vapeur T, T'.

En arrière de ces deux plates-formes, on construit un échafaudage léger en madriers posés de champ, soutenus par des poteaux espacés de 5 mètres, qui correspondent aux entretoises transversales des files de pieux. L'échafaudage soutient un chemin de roulement DD' (fig. 1) posé de champ, sur lequel circule un train de quatre bennes à bascule O O' O'' O''' suspendues par un crochet à un petit chariot à deux roues. Les quatre chariots sont reliés à un câble sans fin, qui reçoit un mouvement de translation horizontale de l'un des treuils placés sur la plate-forme. Sur l'autre treuil est enroulé un câble simple qui se divise en quatre brins supportant chacun une benne au moyen d'un crochet.

Soit à construire une section d'égout longue de 25 mètres sur 5 mètres de profondeur. A l'arrière, la voûte est achevée ; au milieu, les lignes de pieux sont posées, et, en avant, la maçonnerie de la cunette est exécutée. A l'extrémité du chantier, l'excavation atteint une profondeur de 1m 80 ; quatre équipes d'ouvriers enlèvent la terre à quatre niveaux différents; sur chaque gradin est une benne vide, dans laquelle les ouvriers jettent la terre à la pelle. Sur un coup de sifflet du chef de chantier, quatre bennes vides, amenées par un train, sont descendues dans la fosse; elles sont aussitôt décrochées et remplacées par quatre bennes pleines, qui sont soulevées en haut de l'échafaudage: le train reprend sa course, en sens inverse, tout le long de la fosse. Vers l'autre extrémité du chantier, un ouvrier donne un coup sur les verrous de retenue, les bennes basculent et se vident sur la partie de l'égout qui est achevée.

Les trains de remblai se succèdent presque de minute en minute, et l'on peut atteindre un avancement de 1 à 2 mètres par heure.

Les ouvriers qui travaillent à la maçonnerie du radier sont protégés contre la chute des pierres par un rideau de madriers dans lequel sont pratiquées les ouvertures nécessaires pour laisser pénétrer la lumière et les matériaux.

S'il s'agit de la construction d'un grand égout, la circulation sera interrompue dans la rue sur une centaine de mètres au plus, pour permettre de faire passer le rouleau sur le remblai et de repaver.

Ce mode de construction des égouts est employé notamment à Providence (États-Unis) ; la durée de l'interruption de la circulation des voitures ne dépasse pas cinq jours, même pour la construction d'un égout collecteur. On peut d'ailleurs appliquer le procédé à l'établissement de conduites d'eau ou de gaz. Quand il s'agit d'un égout à très grande section ou d'un canal couvert, on remplace les terrassiers par des excavateurs à vapeur, s'il est démontré que l'on peut réaliser ainsi une économie de main-d'œuvre.

JURISPRUDENCE

LA LIBERTÉ DE LA PROFESSION D'ARCHITECTE

Dans un arrêt du 2 février 1894, le Conseil d'État a confirmé une fois de plus l'absolue liberté de la profession d'architecte. Il s'agissait, dans l'espèce, d'un simple entrepreneur de maçonnerie qui avait rempli les fonctions d'architecte dans une construction importante où sa responsabilité se trouvait engagée. Le Conseil d'État a décidé que l'entrepreneur était parfaitement en droit de faire profession d'architecte et d'en retirer tous avantages et rémunérations, à la seule condition d'encourir toutes les responsabilités légales inhérentes à cette qualité. Voici les termes de cet arrêt : « La profession d'architecte étant actuellement, en France, une profession libre, un entrepreneur de maçonnerie qui dresse des plans, dirige et surveille des travaux, qui procède à leur réception définitive, et qui réclame une rémunération pour ces divers actes, *doit être considéré comme un véritable architecte*, et encourt toutes les responsabilités qui incombent à ce dernier au point de vue légal (1) ». En vérité, le Conseil d'État ne pouvait pas juger autre ment. Il ne lui appartenait pas de créer des empêchements à l'exercice d'une profession dont le législateur lui-même a laissé l'accès librement ouvert à tous.

On a souvent critiqué cette tolérance de la loi. Sans méconnaître que l'architecture est un art libéral comme la peinture et la musique, on objecte que son objet est, néanmoins, d'un ordre plus pratique. La peinture et la musique sont des arts purement d'agrément. La mauvaise peinture peut déplaire comme la mauvaise musique peut énerver, sans qu'aucun autre mal puisse jamais résulter de ces insuffisances. Dans l'architecture, au contraire, la vie et la fortune des citoyens se trouvent directement intéressées. Un vice de construction peut, en occasionnant la chute d'un bâtiment, compromettre gravement les intérêts du propriétaire et menacer la vie des locataires et des passants. A ce point de vue, l'architecture a des rapports intimes avec les professions d'avocat, de médecin. Or, ces professions sont soumises à des épreuves de capacité destinées à présenter des garanties au public. Pourquoi n'en serait-il pas de même de l'architecture ?

Cette thèse ne serait pas en désaccord avec la tradition historique. On rapporte que, chez les Grecs, on ne pouvait faire œuvre d'architecte qu'à la condition de justifier de certaines connaissances mathématiques, alliées à quelques notions d'histoire, de morale, de médecine, de jurisprudence et même d'astrologie. C'est dans l'ancienne France que la liberté de la profession d'architecte s'introduisit à peu près absolue. Cette liberté est entière aujourd'hui. Nous avons, il est vrai, une École des Beaux-Arts qui délivre un diplôme aux élèves les plus méritants après une certaine durée d'études, mais ce diplôme, qui n'est pas obligatoire pour tous les architectes, n'est, après tout, qu'une recommandation platonique auprès de la clientèle (1).

Le projet de réserver la profession d'architecte aux seuls possesseurs de diplômes qui seraient délivrés par l'École des Beaux-Arts et par d'autres Écoles également recommandables, a plusieurs fois été soumis aux Chambres législatives.

La question n'a jamais fait l'objet de larges discussions. Elle a été

(1) Lebon. *Recueil des Arrêts du Conseil d'État*, année 1894, t. LXIV, p. 99.

(1) *Grande Encyclopédie*. Voir au mot « Architecte ».



seulement traitée accidentellement, à l'occasion des diverses lois relatives aux patentes. Comme la loi des patentes a toujours fait grâce aux artistes qui ne vendent que le produit de leur art, on n'a pas manqué de faire valoir le caractère artistique de la profession d'architecte pour que la même dispense lui fût accordée. C'est ainsi que la loi du 7 brumaire an VI (art. 11) ne soumit pas les architectes à la patente. De même, l'article 13 de la loi du 25 avril 1844 déclarait dispensés de la patente « les architectes considérés comme artistes, ne se livrant pas, même accidentellement, à des entreprises de construction » [1]. Le législateur distinguait ainsi très justement entre les architectes-artistes, qui vendent le produit de leur génie, et les architectes-entrepreneurs qui s'associent à des entreprises, fournissent les matériaux et la main-d'œuvre et ne sont plus que des spéculateurs. C'est à cette occasion, et pour rendre plus définitive la distinction consacrée par la loi, que le député Vatout, président du Conseil des Bâtiments civils, demanda au Gouvernement « de reconnaître la nécessité de donner aux architectes (artistes) une organisation régulière et de les assujettir à la délivrance d'un diplôme ». Mais cette loi ne fut pas faite, et même, peu de temps après, la dispense de la patente ne leur fut plus conservée. On apprécia qu'il n'était pas facile de savoir si des architectes-artistes ne se livraient pas accidentellement à des entreprises de construction ; on ne voulut pas que la dispense dont bénéficiaient les architectes-artistes ne fût, pour des spéculateurs véritables, qu'un moyen commode d'échapper à l'impôt. La loi du 18 mai 1850, relative aux patentes, imposa les architectes-artistes comme les architectes-entrepreneurs. La loi plus récente du 15 juillet 1880 a maintenu ce droit.

A dire vrai, l'insuccès de ces tentatives n'affecte guère la grande majorité des architectes. Le plus grand nombre d'entre eux ne demandent pas que l'exercice de la profession soit désormais monopolisé au profit des seuls architectes diplômés. A cette heure, l'établissement de ce monopole serait pratiquement impossible. Les architectes des Écoles sont relativement peu nombreux ; on ne les trouve que dans les grandes villes et ils ne pourraient certainement pas suffire aux nombreuses constructions qu'ils auraient à diriger. Leur ministère ne serait d'ailleurs pas toujours indispensable : certaines constructions sont très élémentaires ; elles peuvent être menées à bien par des entrepreneurs et même par des ouvriers expérimentés, sans qu'il y ait lieu de faire appel à la compétence supérieure des architectes diplômés. C'est pourquoi l'on admet toutes les accessions. Le choix des intéressés ne sera que plus libre. La confiance ne se commande pas, et c'est l'affaire des propriétaires de s'adresser aux architectes, diplômés ou non, qui leur semblent le plus capables de leur donner satisfaction.

Mais si les architectes-artistes ne demandent pas qu'il soit interdit à des spéculateurs de cumuler habituellement les fonctions d'architecte et les opérations d'entreprise, ils ont du moins le souci de se séparer de ces industriels, de ne pas les accepter comme collègues et de ne pas les admettre dans leurs groupes professionnels. Ils veulent surtout que la jurisprudence distingue nettement leur rôle de celui des entrepreneurs, qu'elle détermine, en conséquence, leurs obligations et leurs droits, et se garde d'une confusion contre laquelle proteste la nature si distincte de leurs fonctions.

Il y a, dans notre Code Civil, des lacunes regrettables qui ne sont pas étrangères à ces doléances des architectes. Cette question fera l'objet d'un prochain article.

Louis Rachou,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

INFORMATIONS

Origine des coutumes relatives à la pose de la première pierre d'un pont.

En relatant, dans le *Génie Civil* [2], la solennité qui a eu lieu à Paris, le 7 octobre dernier, à l'occasion de la pose de la première pierre du pont Alexandre III, nous avons dit que, dans cette pierre, avaient été enfermés le procès-verbal de la cérémonie et des pièces de monnaie au millésime de l'année courante. Il est à peine besoin de faire remarquer que l'importance de cette cérémonie réside tout entière dans son caractère symbolique et que le scellement d'un parchemin et d'un peu de métal dans une pierre qui, par destination, doit rester perpétuellement enfouie sous une culée de pont, n'est qu'un tribut payé à de vieilles coutumes. Tout au plus pourrait-on en expliquer l'utilité en invoquant que si, dans un certain nombre de siècles, le pont venait à être démoli jusque dans ses fondations, les démolisseurs pourraient reconstituer un épisode de notre histoire en déchiffrant le parchemin et les inscriptions portées sur les pièces de monnaie. Il nous parait donc intéressant de rappeler, à ce propos, les origines des traditions qui ont perpétué une semblable coutume.

L'accomplissement de certains rites, au moment d'entreprendre des travaux importants, est une coutume universelle qui remonte à la plus haute antiquité. On en trouve la trace aux époques les plus reculées de l'histoire, et l'édification des principaux monument anciens a été précédée de cérémonies auxquelles leurs fondateurs attachaient une grande importance. Dans presque toutes les religions, les anciens peuples ont éprouvé le besoin de placer leurs principales constructions sous la protection des dieux et d'implorer la faveur de ceux qui pouvaient, croyaient-ils, exercer une heureuse influence sur la solidité et la durée de l'édifice. Pour eux, les difficultés à vaincre n'étaient pas seulement physiques : ils en redoutaient d'autres que la puissance humaine ne paraissait pas capable de surmonter, parce qu'elles venaient des divinités dont l'intervention pouvait être funeste, si l'on n'avait pas pris la précaution de se les rendre favorables. De là l'usage de cérémonies religieuses avant de commencer les travaux, la célébration de sacrifices quelquefois barbares et l'incorporation de métaux précieux dans les fondations pour acheter, en quelque sorte, la protection divine.

Les offrandes en pièces de monnaie n'étaient, d'ailleurs, pas les seules usitées et chez certains peuples le sacrifice n'était considéré comme efficace que s'il était bien réel et constituait une offrande de ce que l'on pouvait posséder de plus cher. Dans un intéressant volume [1] consacré aux différentes superstitions relatives aux travaux publics, M. P. Sébillot cite de nombreuses légendes d'après lesquelles des êtres humains auraient été enfouis vivants dans des fondations, afin de rendre les dieux propices aux monuments en construction.

D'après M. Sébillot les ponts doivent être comptés parmi les ouvrages dont la construction a été entourée de cérémonies importantes et des plus cruels sacrifices. L'antiquité, qui divinisait toutes les forces physiques, regardait comme une grande audace de soumettre au joug d'un pont le libre cours d'un fleuve ou d'une rivière. Xerxès jetant un pont sur l'Hellespont passait, dans l'opinion des Grecs, pour un sacrilège. Dans l'antique Rome, on prétendait que le Tibre ne voulait subir qu'un seul pont, le fameux pont Sublicius illustré par Horatius Coclès, et encore fallait-il en bannir le fer, métal qu'on regardait comme profanant les lieux sacrés. Quand on le réparait, il était nécessaire d'accomplir sur les deux rives et sur le pont même toutes sortes de sacrifices. Ces cérémonies étaient présidées par les chefs religieux qui en tirèrent leur nom de *pontifes* (faiseurs de ponts). En Grèce, les ponts étaient à l'origine construits, d'après une architecture ritualisée, par des constructeurs ayant un caractère sacerdotal. Au moyen âge existait un ordre religieux dont les adeptes étaient connus sous le nom de « frères pontifes » et étaient surtout répandus en Provence et en Languedoc. Parmi les travaux qui leur sont dus, on cite le pont Saint-Esprit, sur le Rhône, au confluent de l'Ardèche, qui aurait été construit de 1265 à 1309. Ce pont, qui se compose de 26 arches et a 738 mètres de longueur, existe encore aujourd'hui.

La religion chrétienne a, d'ailleurs, été impuissante à faire disparaître les innombrables légendes qui se sont formées au sujet des ponts. Dans tous les pays on rencontre de ces ouvrages dont la construction, quoiqu'elle ne remonte pas à une époque très ancienne, est attribuée à la puissance divine. Le démon est, sans contredit, l'architecte auquel la légende attribue la construction du plus grand nombre de ponts et il n'y a peut-être pas un département de la France qui n'ait son pont du Diable.

La plupart des légendes font accourir le diable à l'appel des architectes demeurés impuissants, malgré l'observation de tous les rites de la religion officielle du pays. Le démon, qui est aux aguets, et qui a parfois contribué à la ruine de l'entreprise, prend au mot l'imprudent qui se livre à lui et il promet de terminer le pont moyennant un certain salaire qui est, en général, la première créature qui traversera le pont. L'ouvrage est alors exécuté avec une conscience qui contraste avec la mauvaise foi de l'architecte car, pendant que le diable sue à la besogne, celui-ci ne pense généralement qu'à le frustrer de la récompense promise. Presque toujours il y réussit en faisant traverser le pont, pour la première fois, par un chat qui se trouve être alors le seul salaire payé au démon. Si ce dernier, furieux de cette tricherie, menace de détruire son ouvrage, l'architecte appelle à son secours des prêtres qui, en aspergeant le pont d'eau bénite, le rendent invulnérable aux efforts de son propre constructeur.

Les légendes d'après lesquelles des créatures humaines auraient été enfouies vivantes dans les fondations sont moins nombreuses que les précédentes, mais, en revanche, elles sont plus vraisemblables et il n'est pas impossible que certaines d'entre elles aient un fond de vérité. Quelques-unes ne datent, d'ailleurs, que d'une époque relativement récente et les souvenirs de l'époque à laquelle ces rites étaient observés sont tellement enracinés en certains pays qu'en pleine Europe civilisée, ils passent encore pour être pratiqués, tout au moins clandestinement. En 1829, lors de la construction du pont de Kerventhal (Basse-Saxe), un enfant, d'après la croyance populaire, fut emmuré dans les fondations de l'une des culées. En 1843, quand on construisait un nouveau pont à Halle (Allemagne), le bruit se répandit dans le peuple qu'on cherchait un enfant pour l'enfouir sous les premières assises. Dans le même pays, quand on jeta un pont de chemin de fer sur la Gœlsch, les paysans prétendirent qu'un enfant avait été enfoui sous les fondations. Des bruits analogues auraient couru, il n'y a pas très longtemps, en Grande-Bretagne, et lord Leigh aurait été accusé d'avoir fait murer un de ses gens dans les fondations d'un pont à Stoneleigh.

D'après M. Sébillot, si les sacrifices humains ont disparu en Europe depuis longtemps, on en trouve cependant le souvenir atténué dans l'arrosement, avec le sang d'un animal, de la première pierre d'une

(1) Duvergier. *Collection des Lois*, t. XLIV, p. 243.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 25, p. 385.

(1) *Les Travaux publics et les Mines dans les traditions et les superstitions de tous les pays*, par P. Sébillot. — Rothschild, éditeur, Paris.

construction ou dans la coutume d'enfouir dessous un être vivant récemment mis à mort. Un proverbe écossais s'exprime ainsi :

> Si vous voulez que le pont résiste au flot
> Placez la fondation entre le sang et l'eau.

En Herzégovine, en 1872, lorsque le Dedoga Tchengitch posa les fondations d'un pont, il immola sur chaque pierre de fond un mouton noir, et sous chaque pierre d'angle il plaça un ducat. Dans certains cas on a placé du vin dans les fondations ou même arrosé la clef de voûte avec ce liquide. On peut donc dire qu'en ce qui concerne les ponts il s'est produit une évolution analogue à celle qui a eu lieu pour les cérémonies du lancement des navires : tandis que chez les Carthaginois, et de nos jours chez les Polynésiens, ces cérémonies étaient souvent l'occasion de sacrifices humains, aujourd'hui ce rite antique a été remplacé par l'arrosement avec du vin ou de la bière.

Quoique les légendes dont nous venons de parler aient perdu beaucoup de leur force, elles sont loin d'être abandonnées et les maçons, en particulier, conservent pour quelques-unes de ces coutumes un certain attachement. Lorsque la première pierre du pont de Conflans, sur la Seine, fut posée, en 1890, en présence de M. Yves Guyot, ministre des Travaux publics, au moment où l'on allait sceller dans la maçonnerie la boîte contenant le procès verbal de l'opération, quelqu'un fit remarquer qu'on avait oublié d'y mettre la monnaie d'usage. Aucun des assistants n'avait sur lui de pièce au millésime de l'année et, sur les instances des maçons, on dut aller dans le voisinage chercher des pièces au millésime de 1890, qui furent placées dans la boite.

Lorsqu'un pont était terminé, les anciens peuples avaient également coutume de l'inaugurer par diverses cérémonies, beaucoup moins importantes cependant que celles usitées au moment de la pose de la première pierre. Celles-ci ayant pour but de se rendre les dieux favorables avaient, en effet, le caractère d'une prière et d'une supplication, tandis que les autres n'étaient que de simples actions de grâce.

A. D.

Plate-forme tournante à pivot central.

La plate-forme représentée ci-dessous (fig. 1 à 4), et dont nous empruntons la description à l'*Engineering Record*, a été récemment exécutée aux Etats-Unis ; elle est faite pour supporter une charge de 100 tonnes.

Le pivot central A est en acier fondu ; il mesure $1^{m}10$ de hauteur, $0^{m}38$ de diamètre au sommet et $0^{m}48$ à la base. Il repose sur un socle carré de $0^{m}75$ de côté et $0^{m}10$ d'épaisseur. Près de la base du pivot est un chemin de roulement, de $0^{m}48$ de diamètre sur $0^{m}23$ de hauteur. Au sommet est une cuvette de $0^{m}31$ de diamètre, en forme de calotte sphérique, dans laquelle repose une sphère d'acier H

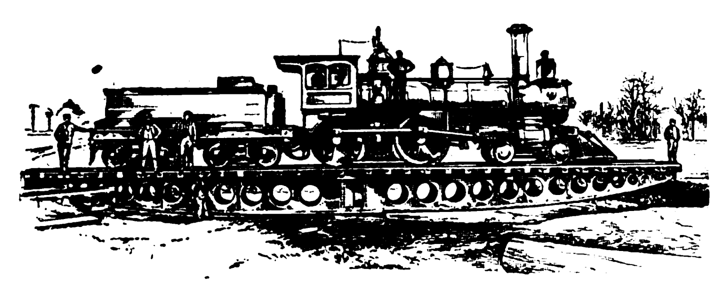


Fig. 1. — Vue d'ensemble de la plate-forme.

de 305 millimètres de diamètre sur laquelle vient s'appuyer la partie centrale de la plate-forme. Cette partie centrale est constituée par un chapeau B et une douille C assemblés au moyen de boulons. Ces deux pièces sont en acier fondu.

Le chapeau a $0^{m}66$ de diamètre avec $0^{m}13$ d'épaisseur au centre ; il est dressé à sa partie inférieure et porte une cuvette sphérique qui coiffe la bille H.

Le manchon a $0^{m}66$ de diamètre et $0^{m}92$ de hauteur. A sa partie extérieure existent quatre nervures verticales auxquelles sont rivés les goussets D, et il porte, au bas de sa partie inférieure, une gorge

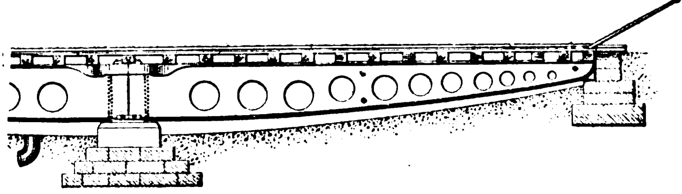


Fig. 2. — Détail de l'une des flasques.

annulaire de $0^{m}61$ de diamètre, qui reçoit des billes d'acier, calibrées et trempées, d'un diamètre de 7 millimètres environ. La gorge est polie et rectifiée. Aucun jeu ne subsiste entre les billes et le chemin de roulement, de sorte que la partie inférieure du manchon est absolument à l'abri de tout mouvement latéral. Il n'en est pas de même de la sphère A dont le diamètre est un peu inférieur à celui des cuvettes qui l'enveloppent. La table de la plate-forme est assemblée à la partie centrale au moyen des goussets D.

Supposons maintenant qu'une locmotive arrive à l'une des extrémités de la plate-forme ; la pression subie par cette extrémité occasionne un léger déplacement de la sphère H, mais celle-ci revient à sa place dès que la machine est en équilibre ; autrement dit, la plate-forme redevient horizontale.

Au déplacement de la sphère H correspond un léger déplacement vertical des billes E.

Pour une plate-forme pouvant porter 100 tonnes et mesurant 18 mètres de longueur, les constructeurs préconisent l'emploi de la fonte d'acier pour la construction des flasques. Celles-ci sont au nombre de quatre : elles mesurent $1^{m}10$ à leur point le plus haut ; leur longueur est de 9 mètres. La largeur des ailes va en diminuant depuis le centre jusqu'aux extrémités des poutrelles ; elle varie de $0^{m}23$ à $0^{m}15$ pour l'aile supérieure et de $0^{m}20$ à $0^{m}11$ pour l'aile inférieure. Les épaisseurs sont les suivantes : 51 millimètres pour l'aile supérieure, 31 mil-

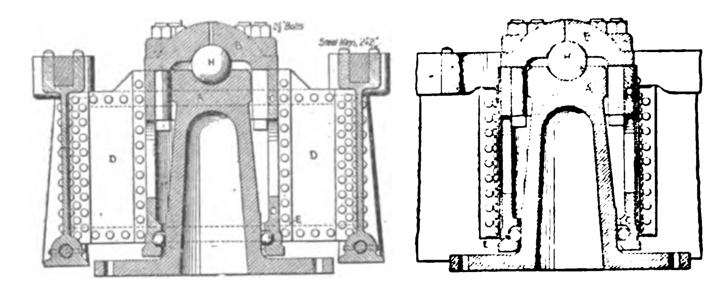


Fig. 3 et 4. — Détails du pivot central.

limètres pour l'aile inférieure ; 28 millimètres pour l'âme dans sa partie la plus haute et 21 millimètres dans sa partie la plus basse vers les extrémités.

Cette âme porte vingt évidements circulaires de dimensions convenables, dans le but de tenir compte du retrait et d'assurer la résistance.

La partie supérieure des flasques est rectiligne, mais l'aile inférieure affecte une forme parabolique.

Deux tirants accouplés réunissent les deux flasques au centre de la table. Ces accouplements sont en acier forgé et pénètrent dans des trous forés à cet effet dans les ailes des poutrelles.

Pour s'opposer au dévers on a, en outre, établi des croisillons, les uns vers le milieu, d'autres aux extrémités, d'autres en diagonale. Ce système complet d'entretoisement transversal permet à la plate-forme de manœuvrer comme une poutre unique.

Les buttoirs sont composés de simples pièces en acier fondu entaillées pour recevoir les extrémités des poutres. Ces extrémités ne portent aucun galet de roulement et le pivot central supporte absolument toute la charge.

Grâce à l'heureuse disposition de ses poutres accouplées et de son pivot de rotation, cette plate-forme présente à la fois la rigidité nécessaire pour la charge qu'elle supporte et la flexibilité dont elle a besoin pour résister aux chocs.

E. M.

Falsification de la bière par le bisulfite de chaux.

A la séance de l'Académie de Médecine du 24 novembre dernier, M. Manouvriez, de Valenciennes, a donné communication d'un travail sur un procédé de falsification de la bière au moyen d'une substance destinée à coller le liquide et contenant du bisulfite de chaux. M. Manouvriez a pu observer plusieurs personnes qui fréquentaient les cafés et cabarets desservis par un même brasseur, et qui, après avoir fait usage d'une bière dont le goût leur paraissait, d'ailleurs, désagréable, furent atteintes de troubles divers : nausées, vomissements, sensation de barre épigastrique, inappétence, courbature, etc. Un débitant avait même remarqué que cette bière attaquait le zinc du comptoir en le blanchissant.

L'enquête permit de connaître que le brasseur s'était servi pour coller ses bières, après fermentation en fûts, d'un « clarifiant », dit *conservateur* ou *préservateur*, qui renfermait, par kilogramme, $0^{gr}494$ d'acide sulfureux, correspondant à $6^{gr}023$ de bisulfite de chaux. Tout s'expliquait alors naturellement par les clarifications successives avec cette colle, abandonnant chaque fois à la bière des quantités proportionnelles de bisulfite de chaux. Ces clarifications avaient introduit dans la bière, par litre, de $2^{gr}178$ à $11^{gr}095$ de colle, soit $0^{gr}017$ à $0^{gr}067$ de bisulfite de chaux et, par conséquent, de $0^{gr}00137$ à $0^{gr}00548$ d'acide sulfureux.

On voit donc que, même aux faibles doses contenues dans cette bière, le bisulfite de chaux y avait introduit une très minime quantité d'acide sulfureux qui avait cependant suffi pour déterminer des accidents sérieux.

Indicateurs par coordonnées pour l'orientation du public dans les grandes villes.

M. Léonardo Torres, Ingénieur des Ponts et Chaussées en Espagne, dont nous avons récemment décrit la très remarquable machine à résoudre les équations [1], a imaginé un système très original pour

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XXVIII, n° 12, p. 179.



permettre de se diriger, sans courir le risque de s'égarer, dans une grande ville dont on ne connaît pas la disposition. A ce système manque encore la sanction d'une application, mais il n'en est pas moins remarquable à cause de sa grande simplicité et nous croyons intéressant d'en exposer ici le principe [1].

L'idée de M. Torres consiste à rapporter les divers points d'une ville à un système d'axes rectangulaires, et à les désigner par leurs deux coordonnées cartésiennes, de même qu'on fixe la position géographique d'un point sur le globe par sa longitude et sa latitude. Le choix des axes est d'ailleurs arbitraire, mais on le déterminera définitivement pour chaque ville; il suffira ensuite de répartir dans le plus grand nombre d'endroits possible des indicateurs sur lesquels seront inscrites les coordonnées des points où ils sont placés.

Pour fixer les idées, supposons qu'on ait choisi pour *axe vertical* le premier méridien à l'ouest de la ville, et pour *axe horizontal* la première parallèle au sud, de façon que toutes les coordonnées soient positives. Alors chaque point sera désigné par deux numéros inscrits sur une tablette, par exemple :

2 3 9 7
4 9 3 1

Le numéro supérieur sera l'*abscisse* ou la distance en mètres du point au méridien pris comme axe; le numéro inférieur sera l'*ordonnée* ou la distance en mètres du point au parallèle origine.

De plus, chaque indicateur porterait une flèche montrant la direction du nord.

Dans ces conditions, pour se rendre d'un point de coordonnées connues à un autre point de coordonnées connues également, on pourrait marcher d'abord vers l'est ou vers l'ouest, selon que l'abscisse du point d'arrivée est plus grande ou plus petite que celle du point de départ, et d'une quantité égale à la différence de ces abscisses; puis, on marcherait vers le nord ou vers le sud, selon la même loi. Il n'est pas besoin d'insister davantage pour faire comprendre le principe de ce procédé d'orientation.

On peut objecter que le voyageur ne prend pas ainsi le chemin le plus court, qui serait la direction même de la droite qui joint les deux points; mais on remarquera que, sans connaître un seul mot des mathématiques, chacun pourra, dès que les indicateurs seront placés et qu'on lui expliquera le système sur le terrain, déterminer, au moins approximativement, cette direction elle-même, et évaluer, en outre, la distance qui le sépare du point à atteindre : on marchera constamment en s'écartant le moins possible de cette direction, qu'on pourra rectifier d'ailleurs à chaque instant, au moyen des indicateurs qu'on rencontrera sur ses pas.

L'adoption de ces indicateurs n'entraînerait d'ailleurs aucun changement dans les noms des rues, dans le numérotage des maisons, etc. On publierait seulement un petit livre de poche contenant la liste des places, des extrémités des rues et des avenues, avec, en regard, les deux coordonnées correspondantes.

A l'aide de ces tableaux indicateurs, on pourrait, en outre, évaluer approximativement la distance parcourue par une voiture dans la ville.

M. Torres, en outre, indique le moyen de réaliser ce système dans les conditions les plus économiques. Il propose d'utiliser, comme tableaux indicateurs, les lanternes servant à l'éclairage public. On écrirait les coordonnées de chaque lanterne sur une tablette ou sur le verre même, de façon à les rendre bien lisibles le jour et la nuit, et il n'y aurait pas besoin de les numéroter toutes, mais seulement 200 ou 250 par kilomètre carré, dans les quartiers de tracé très compliqué, et beaucoup moins dans les autres.

Il pense tenir largement compte de tous les frais en les supposant de 2 francs par lanterne numérotée, ce qui donnerait pour Paris une dépense, au plus, de 30 000 francs.

Il est enfin convaincu que le public se familiariserait vite avec ce nouveau procédé d'orientation, utile surtout aux étrangers. Les hôtels, les cafés, les théâtres et tous les établissements publics seraient repérés dans le nouveau système, et celui-ci serait, sans doute, adopté ensuite rapidement par les industriels et les particuliers, grâce à sa remarquable simplicité.

Nouvelle ligne de chemin de fer de Milan à Munich par l'Engadine.

Il est question de la construction d'une nouvelle ligne destinée à relier Munich et Milan à travers l'Engadine. Cette ligne emprunterait la ligne actuelle Munich, Weilheim, Partenkirchen, traverserait la vallée de Loisach, longerait l'Inn et viendrait se souder à la ligne Chiavenna-Lecco-Milan.

Cette ligne, plus courte que celle du Saint-Gothard, aurait 440 kilomètres de longueur et pourrait être parcourue en 9 heures, tandis que la ligne actuelle, par Vérone, mesure 602 kilomètres et exige un trajet de 16 heures. Munich se trouverait ainsi en communication avec la ligne internationale Gênes-Milan-Berlin et participerait ainsi d'une façon plus large au trafic entre Gênes et l'Allemagne orientale.

Le trajet Milan-Vienne serait réduit à 850 kilomètres, au lieu de 990 que comporte actuellement la ligne *via* Pontebba.

[1] M. Torres a décrit en détail son système dans le *Madrid Cientifico* du 12 janvier 1896.

Ventilateur mû par l'électricité.

L'Administration des Chemins de fer de l'Etat Hollandais a récemment installé dans ses nouveaux bâtiments un ventilateur électrique qui est placé à l'étage supérieur et a pour but de ventiler les bureaux et corridors.

Comme le montrent les figures 1 et 2, il est constitué, en principe, par un volant à palettes attelé directement sur l'arbre de transmission

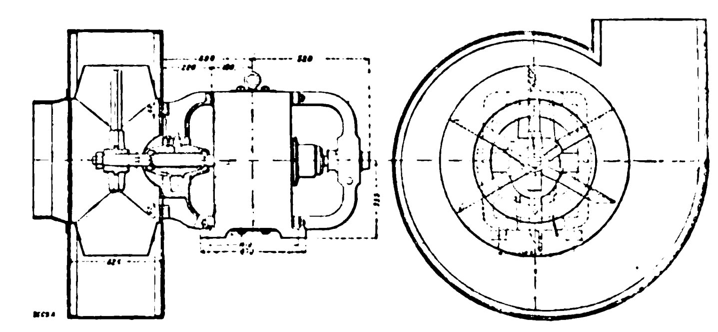


Fig. 1 et 2. — Ventilateur mû par l'électricité.

du moteur. D'après l'*Engineering*, la vitesse de ce dernier ne serait que de 375 tours par minute, afin d'éviter tout bruit et toute trépidation. Le courant, de 8 ampères à 105 volts, est fourni par la station centrale électrique.

Dans ses conditions de fonctionnement actuel, ce ventilateur débite environ 3 600 mètres cubes par minute.

Association Technique maritime.

La septième session de l'*Association Technique maritime*, s'ouvrira le 17 courant, au nouveau siège de la Société, 16, rue de l'Arcade, à Paris.

Les mémoires suivants seront lus et discutés à cette session :

1° *Sur la guerre maritime*, par M. J.-A. Normand;
2° *Sur le chargement liquide*, par M. P. Duhem;
3° *Changements d'immersion, de stabilité et d'assiette éprouvés par un navire qui flotte sur des liquides de différentes densités*, par M. Pollard;
4° *Théorie du tangage sur mer houleuse*, par M. Kriloff.
5° *Sur la terminologie maritime*, par M. Muller;
6° *Les nouveaux générateurs Belleville*, par M. Godard;
7° *Note sur la chaudière Niclausse*,; par M. Duchesne;
8° *Construction des Yachts modernes*, par M. Chevreux.
9° *Expériences sur le moment résistant des gouvernails*, par M. de Courville.

Varia.

École Centrale des Arts et Manufactures. — *Chaire vacante.* — Par arrêté en date du 27 novembre 1896, la chaire de Construction de machines (2e année) à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures a été déclarée vacante.

Les candidats à cette chaire devront adresser au directeur de l'Ecole, dans un délai de trois semaines à partir de la date de l'arrêté précité, leur demande accompagnée du relevé de leurs titres.

Bal de l'Association. — Le bal annuel de l'Association amicale des anciens Elèves de l'Ecole Centrale aura lieu le samedi 30 janvier 1897, dans les salons de l'Hôtel Continental. Les anciens Présidents et le Bureau du Comité de l'Association ont été reçus par M. Félix Faure, Président de la République, qui a bien voulu promettre d'y assister.

⁂

Société des Ingénieurs civils. — La Société des Ingénieurs civils de France doit quitter, à la date du 15 courant, l'immeuble qu'elle occupait à Paris, cité Rougemont, pour s'installer dans le nouvel hôtel qu'elle s'est fait construire, 19, rue Blanche.

⁂

Nominations. — Conformément à la double présentation en première ligne, faite par l'Académie des Sciences et le Conseil de l'Observatoire, le ministre de l'Instruction publique a soumis à la signature du Président de la République, un décret aux termes duquel M. Maurice Loewy, membre de l'Institut et du Bureau des longitudes, sous-directeur actuel de l'Observatoire de Paris, est nommé, pour une période de cinq ans, directeur de l'Observatoire, en remplacement de M. Tisserand, décédé.

— Sont nommés membres de la Commission supérieure du travail dans l'industrie, pour une nouvelle période de quatre années :

MM. Bousquet, conseiller d'État; — C. Nicolas, conseiller d'État, directeur du travail et de l'industrie au Ministère du Commerce et de l'Industrie; — Aguillon, inspecteur général des mines; — Liébaut, constructeur-mécanicien, membre du Comité consultatif des arts et manufactures; — le docteur Napias, membre du Comité consultatif d'hygiène publique de France.

M. Georges Breton, chargé des fonctions de sous-directeur du travail et de l'industrie, remplira auprès de cette Commission les fonctions de secrétaire avec voix consultative.

— MM. Lebrun, Caltaux, Chipart et Ravier, élèves-ingénieurs des mines hors de concours, sont nommés Ingénieurs ordinaires de 3me classe au corps des Mines.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 23 novembre 1896.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un membre dans la section de minéralogie, en remplacement de M. Daubrée, décédé. M. Michel Lévy est proclamé élu.

Astronomie. — *Observations de la nouvelle comète Perrine* (1896, nov. 2), *faites à l'observatoire d'Alger*, par MM. Rambaud et Sy, présentées par M. Lœvy.

Navigation. — *Étude théorique sur la plongée des sous-marins.* Mémoire de M. Leflaive.

M. Leflaive expose successivement : l'établissement des équations, la flottabilité, la stabilité et le tangage sous l'eau.

Mécanique. — *Sur les singularités des équations de la Dynamique et sur le problème des trois corps.* Note de M. P. Painlevé, présentée par M. Poincaré.

Mécanique rationnelle. — *Sur le mouvement d'un solide dans un liquide indéfini.* Note de R. Liouville, présentée par M. Appell.

Mécanique appliquée. — *Sur la répartition des déformations dans les métaux soumis à des efforts.* Note de M. Georges Charpy.

Physique. — 1° *Sur diverses propriétés des rayons uraniques.* Note de M. Henri Becquerel.

M. H. Becquerel avait déjà montré que l'uranium et ses sels émettent des radiations invisibles qui traversent les corps opaques et déchargent à distance les corps électrisés. Ces radiations présentent des propriétés communes avec le phénomène appelé *rayons X* par M. Rœntgen, mais elles en diffèrent parce qu'elles se réfléchissent et se réfractent comme la lumière. Parmi les propriétés observées par M. Becquerel en poursuivant l'étude de l'émission de ces radiations qu'il appelle *radiations uraniques*, il en signale deux intéressantes : ce sont la durée de l'émission et la faculté de communiquer à des gaz la propriété de décharger les corps électrisés.

Divers sels d'uranium, phosphorescents et non phosphorescents, ont été enfermés dans une double boite en plomb épais et abandonnés dans un réduit obscur. Les sels étaient fixés sur des lamelles de verre reposant sur une feuille de papier noir tendue à 1 centimètre environ au-dessus du fond de la boite intérieure et une disposition très simple permettait de glisser au fond de cette boite un châssis de plomb contenant une plaque photographique, sans que les substances cessassent d'être enfermées.

Dans ces conditions, à l'abri de toute radiation connue autre que le rayonnement des parois de la boite, les substances ont continué à émettre des radiations actives, traversant le verre et le papier noir, et cela plus de six mois pour les unes, et huit mois pour les autres. On voit ainsi que la durée de l'émission de ces rayons uraniques est tout à fait en dehors des phénomènes ordinaires de phosphorescence, et l'on n'a pu reconnaître encore où l'uranium emprunte l'énergie qu'il émet avec une si longue persistance.

En ce qui concerne la seconde propriété énoncée plus haut, M. Becquerel a mis hors de doute, par de nombreuses expériences, le fait de la décharge des corps électrisés par les gaz ayant été soumis à l'influence des rayons uraniques.

2° *Décharges par les rayons de Rœntgen; influence de la pression et de la température.* Note de M. Jean Perrin, présentée par M. Mascart.

M. Perrin a reconnu que, pour un même gaz, pour un même rayonnement et en un même point, la quantité d'électricité dissociée par unité de masse est indépendante de la pression et proportionnelle à la température absolue.

Chimie analytique. — *Recherche du caramel dans les vins. Confusion possible avec les couleurs dérivées de la houille.* Note de M. A.-J. da Cruz Magalhaës, présentée par M. Arm. Gautier.

Physiologie végétale. — *Sur la pression osmotique dans les graines germées.* Note de M. L. Maquenne, présentée par P.-P. Dehérain.

La première manifestation de la vie, dans une graine, est un gonflement considérable dû à la pénétration de l'eau dans l'intérieur de la graine et à la pression que ce liquide exerce sur les parois des cellules, après qu'il s'est emparé de tous les principes solubles qu'elles contenaient. M. Maquenne, pour déterminer la valeur de ces pressions osmotiques initiales, a employé la méthode de la cryoscopie, appliquée aux sucs extraits par pression des graines mises en expérience. La température de congélation de ces sucs permet, par un calcul simple, de déterminer approximativement la pression osmotique correspondante.

Les chiffres suivants doivent être considérés comme des minima :

	Durée de la germination.	Point de congélation.	Pression osmotique.
	Jours.	Degrés.	Atmosphères.
Lupin blanc . . .	10	— 0,535	6,4
Lentille	10	— 0,585	7,1
Pois de Clamart .	6	— 0,68	8,2
— .	10	— 0,81	9,8
— .	16	— 0,65	7,8
Hélianthus . . .	10	— 0,40	4,7

La pression intérieure dans les graines germées atteint donc une valeur considérable, voisine de 10 atmosphères, qui suffit à rendre compte des effets mécaniques produits lors de leur gonflement.

Géologie. — *Recherches géologiques dans le Caucase central.* Note de M. Vénukoff, présentée par M. Fouqué.

E. B.

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
pour l'Industrie nationale.

Séance générale 13 du novembre 1896.

Présidence de M. Mascart, Président.

M. Grenet fait une communication sur les *recherches expérimentales sur les verres* exécutées sous les auspices de la Société d'encouragement.

La première série d'expériences, dont il rend compte, a été faite en collaboration avec M. Chatenet. Le but de ces recherches était de déterminer les relations qui rattachent à la composition chimique du verre ses propriétés physiques les plus importantes au point de vue industriel : dilatation, ténacité, fusibilité ou altérabilité.

Dans cette étude, une difficulté spéciale résulte de ce que les propriétés du verre ne sont pas, comme celles des corps cristallisés, entièrement définies par la composition chimique, la température et la pression.

Elles dépendent encore toutes, mais à des degrés divers suivant la nature de la substance, du temps et aussi, comme pour les métaux, des tensions internes résultant des déformations antérieures.

Pour étudier l'influence de la composition chimique, il faut, autant que possible, rendre le temps et les tensions internes uniformes, ce qui est toujours difficile.

Dilatation. — On a cherché s'il n'existerait pas une relation simple entre la dilatation et la composition chimique, si cette propriété ne varie pas suivant une loi additionnelle comme la densité.

Pour élucider ce point, il fallait s'adresser, non à des verres industriels, toujours très complexes, ne permettant que des variations restreintes de composition, mais à des verres simples, préparés au laboratoire, avec des proportions aussi différentes que possible de leurs éléments constituants, pour étudier la fonction dans toute l'étendue réalisable.

Les tableaux suivants donnent les résultats relatifs à différentes natures de verres :

Verres siliciques.

Soude		Potasse		Plomb	
$NaO\ 2SiO^2$.	1 318	$KO\ 3\ SiO^2$.	1 350	$PbO\ SiO^2$.	848
$NaO\ 6SiO^2$.	924	$KO\ 5\ SiO^2$.	1 126	$PbO\ 2SiO^2$.	776
$NaO\ 12SiO^2$.	734	$KO\ 7{,}5SiO^2$.	1 017		

Ces résultats sont compatibles avec une loi additionnelle. Il n'en est pas de même des suivants :

Verres boriques.

Soude		Plomb		Lithine	
$NaO\ 2\ BoO^3$	953	$3PbO\ BoO^3$	1 270	$LiO\ 3BoO^3$	678
$NaO\ 2{,}5\ BoO^3$	704	$PbO\ BoO^3$	974	$LiO\ 4BoO^3$	590
$NaO\ 5{,}13BoO^3$	817	$PbO\ 2BoO^3$	669	$LiO\ 5BoO^3$	646
$NaO\ 10{,}18BoO^3$	933	$PbO\ 2{,}5BoO^3$	609	$LiO\ 10BoO^3$	900
$NaO\ 16{,}83BoO^3$	1 019	$PbO\ 3BoO^3$	669	BoO^3 . . .	1 414
BoO^3	1 414	BoO^3	1 414		

Tous les coefficients doivent être multipliés par 10^{-8}.

On constate dans tous ces verres boriques l'existence d'un minimum très accentué, ce qui explique comment, suivant les cas, l'acide borique peut être employé pour abaisser le coefficient de dilatation (couverte de Sèvres), ou pour l'élever (émail pour métaux).

Fusibilité. — En général, dans une même série les anomalies de fusibilité correspondent à celles de dilatation, comme on le voit très nettement sur les borates, d'après les résultats suivants :

	Degrés
$3\ PbO\ BoO^3$	445
$PbO\ BoO^3$	460
$PbO\ 2BoO^3$.	585
$PbO\ 2{,}5\ BoO^3$.	660
$PbO\ 3BoO^3$.	540
BoO^3.	430

Ténacité. — Elle est importante à connaître pour tous les usages mécaniques du verre (bouteilles, tuyaux, toitures).

Les expériences faites antérieurement par divers savants donnent pour coefficient de résistance à la traction des résultats variant depuis 1 kilogramme par millimètre carré (flexions de longues verges) jusqu'à 20 kilogrammes (tractions de fils fins).

D'après les premiers résultats obtenus, ces énormes écarts doivent être attribués à la diversité des modes d'essai (traction ou flexion), à la nature des éprouvettes essayées, mais surtout à la vitesse de mise en charge, la résistance diminuant quand la vitesse de la mise en charge diminue.

Les expériences faites sur les baguettes et sur les plaques montrent que les écarts entre les divers modes d'expérimentation diminuent à mesure que la vitesse de mise en charge devient plus lente, de telle sorte qu'il est permis de croire que l'accord se rétablirait avec une mise en charge infiniment lente.

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

L'Argent, par L. De Launay, professeur à l'École supérieure des Mines. — Un volume in-16 de 382 pages avec 80 figures *(Encyclopédie de chimie industrielle)*. — J.-B. Baillière, éditeur, Paris, 1896. — Prix, relié : 5 francs.

Dans cet ouvrage, M. De Launay expose tout d'abord les propriétés physiques et chimiques de l'argent puis, après avoir consacré un chapitre spécial aux essais et analyses des matières d'argent, il étudie la géologie de l'argent, ses minéraux, ses minerais et ses gisements.

La troisième partie de cet ouvrage traite de la métallurgie de l'argent : opérations générales, broyage et appareils de calcination ; traitement des minerais par voie sèche, traitement par amalgamation soit à froid, soit à chaud, traitement par voie humide, par les acides et par les sels, raffinage de l'argent brut.

La quatrième partie est consacrée à l'emploi de l'argent et de ses alliages dans l'industrie ; alliages d'argent et de cuivre, fabrication des monnaies d'argent, de la bijouterie, de la joaillerie, etc. Enfin la cinquième partie traite du rôle économique de l'argent, son commerce et son avenir.

Der Schornsteinbau, par Gustav Lang, professeur à l'École supérieure technique de Hanovre, deuxième livraison. — Un volume in-8° jésus de 100 pages avec 10 figures dans le texte. — Helwing, éditeur, Hanovre, 1896. — Prix : 5 marks.

Cette brochure est la deuxième partie de l'étude d'ensemble entreprise par M. G. Lang sur la construction des cheminées ; dans ce volume l'auteur traite des dimensions à donner aux cheminées en tenant compte des données numériques et des efforts qu'elles peuvent avoir à supporter.

Les Irrigations de la région aride aux États-Unis, par M. A. Ronna, membre du Conseil de la Société d'Encouragement. — Extrait du *Bulletin de la Société d'Encouragement*, Paris, 1896.

Le Génie Civil publie une analyse de tous les ouvrages techniques dont on lui fait parvenir deux exemplaires.

Le Gérant : **H. Avoiron.**

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 6. N° 757. Samedi 12 Décembre 1896.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — **Départements** : 38 francs ; — **Étranger et Colonies** : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Travaux d'extension du port de Dunkerque. Les bassins de Freycinet et l'écluse Trystram *(planche VI)*, p. 81 ; A. Dumas. — **Art militaire** : Nouveau canon de campagne à tir rapide, p. 86. — **Géologie** : Une nouvelle théorie sur l'inclinaison des couches aurifères au Witwatersrand, p. 87 ; F. Schiff. — **Constructions civiles** : Application du système cantilever aux combles métalliques, p. 89 ; Jules Gaudard. — **Chemins de fer** : Ponts-levis équilibrés pour voies ferrées, établis en Amérique, p. 92. — **Informations** : Le plus profond puits du monde, p. 94 ; — Note sur l'électro-déposition de l'or, p. 94 ; — Machine pour contrôler la qualité des lubrifiants, p. 94 ; — Machine pour essayer les tubes coudés, p. 95 ; — Nouveau procédé pour imprimer les dessins sur la fonte de fer, p. 95 ; — Varia, p. 95.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils, séance du 20 novembre 1896, p. 96. — Académie des Sciences, séance du 30 novembre 1896, p. 96.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 96.

Planche VI : Travaux d'extension du port de Dunkerque.

TRAVAUX PUBLICS

TRAVAUX D'EXTENSION DU PORT DE DUNKERQUE

Les bassins de Freycinet et l'écluse Trystram.

(Planche VI.)

Parmi les grands travaux maritimes entrepris de tous côtés, dans ces dernières années, il en est peu qui dépassent, en intérêt et en importance, ceux exécutés dans le port le plus septentrional de la France. La nouvelle écluse du Nord, inaugurée solennellement le 13 septembre dernier et à laquelle un décret a donné le nom d'Écluse Trystram, en l'honneur de l'ancien et dévoué président de la Chambre de Commerce de Dunkerque, fait en effet partie d'un ensemble de travaux, approuvés par la loi du 31 juillet 1879, qui s'élève à la somme de 50 millions de francs.

L'exécution de travaux aussi importants a naturellement donné naissance à des problèmes intéressants et présenté des particularités qu'il est utile de signaler. Auparavant, il y a lieu de montrer par quelles suites de circonstances ces travaux sont devenus nécessaires, c'est-à-dire quelle a été la rapide extension prise par le trafic du port de Dunkerque au cours de la seconde moitié de ce siècle.

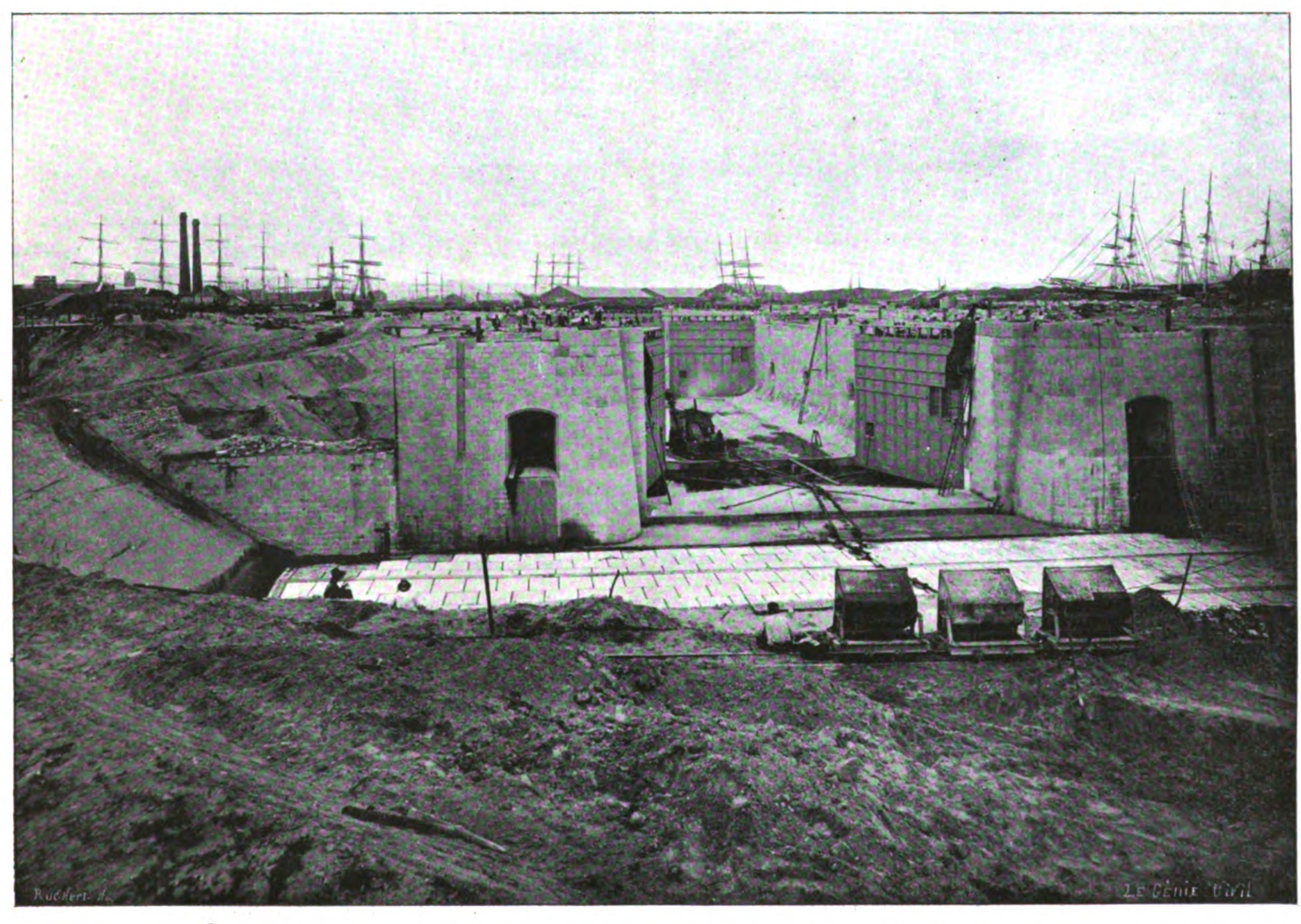


Fig. 1. — Travaux d'extension du port de Dunkerque : Vue d'aval de l'Écluse Trystram.

Situation géographique et développement du trafic du port. — Le port de Dunkerque est merveilleusement situé pour desservir la région du Nord, la plus riche de la France. Il est, en effet, le point le plus favorable pour l'importation des matières premières consommées par l'industrie de cette région et pour l'exportation de ses produits. De plus, il est plus voisin de l'Angleterre que son rival Anvers et

aussi rapproché que ce port des régions industrielles de l'est et du nord-est avec lesquelles il est relié par un système complet de voies navigables bien aménagées en même temps que par des lignes de chemin de fer à faible déclivité qui assurent aux marchandises un transport facile et économique. Enfin, il dispose d'une rade vaste et profonde dans laquelle les navires peuvent stationner par les plus mauvais temps.

Grâce à ces conditions favorables, le port de Dunkerque a vu son trafic s'accroître très rapidement, surtout depuis la création des chemins de fer. Le tableau suivant montre quel a été son accroissement pendant les cinquante dernières années :

Années.	Tonnage de jauge.	Tonnage de marchandises.
1848	217 926	178 956
1858	528 762	461 294
1868	888 055	761 240
1878	1 485 232	1 180 104
1888	2 591 117	2 020 848
1894	2 980 677	2 511 102

Historique sommaire des travaux du port. — Cette progression constante et si rapide du trafic a rendu nécessaires de très importants travaux d'amélioration et d'agrandissement du port créé par Vauban à la fin du XVII[e] siècle.

Cet illustre Ingénieur avait, de 1678 à 1706, creusé le chenal d'accès, en le protégeant par des digues basses munies d'estacades, et ouvert le bassin de la Marine (fig. 2), mais ces ouvrages durent être démolis à la suite du traité d'Utrecht (1713). De 1785 à 1790, on remit en état le bassin de la Marine, on rétablit les jetées basses et une partie des estacades, un quai en maçonnerie fut élevé sur la rive gauche du port d'échouage, puis l'amélioration du port fut abandonnée, Napoléon I[er] ayant cru devoir développer, de préférence, le port d'Anvers.

Sous la Restauration les travaux furent activement repris et une loi du 20 juin 1821 autorisa la construction de nouveaux ouvrages évalués à 3 millions et comprenant une écluse et un bassin de chasses, des quais sur la rive droite du port d'échouage et des estacades dans la partie amont du port.

Ce n'est qu'en 1845 qu'eut lieu la transformation du port d'échouage en bassin à flot. La loi du 16 juillet affecta à ces travaux et à la construction d'un canal de dessèchement une somme de 8 millions.

L'accroissement du trafic ayant rendu les ouvrages ci-dessus insuffisants, un décret du 16 juillet 1861 ordonna l'établissement de nouveaux ouvrages évalués à 15 millions, soit : un bassin à flot sur l'emplacement des fortifications de l'ouest avec deux écluses de 21 mètres de largeur, une écluse à sas établissant la communication avec le chenal, une écluse simple à l'amont reliant les anciens et les nouveaux bassins, la construction de deux formes de radoub et le déplacement des fortifications.

Deux lois du 14 décembre 1875 avaient, de plus, affecté de nouvelles allocations, la première de 12 600 000 francs, la deuxième de 5 460 000 francs, à l'achèvement des travaux commencés et à l'exécution d'importants dragages.

Avant que les travaux entrepris en 1860 et 1875 fussent achevés, le développement du trafic avait déjà démontré qu'ils seraient insuffisants et, dès 1878, le ministre des Travaux publics, M. de Freycinet, pressentant le brillant avenir de Dunkerque, donnait l'ordre d'étudier un projet d'extension du port. Une loi du 31 juillet 1879 autorisa un ensemble d'ouvrages dont la dépense était évaluée à 50 millions de francs et qui comprenaient l'approfondissement de l'entrée, la construction de nouveaux bassins à l'ouest dits « bassins de Freycinet », du bassin fluvial de l'Ile-Jeanty relié aux bassins maritimes par deux écluses de petite navigation, de deux nouvelles formes de radoub, d'une nouvelle écluse de dessèchement au nord du phare, l'achèvement des bassins du Commerce et de l'Arrière-Port, l'élargissement du port d'échouage et, enfin, l'exécution, à l'est du chenal, de deux bassins dits « bassins de l'Est » (fig. 2).

La plupart de ces travaux sont actuellement terminés. Toutefois, les travaux des bassins de l'Est ont été ajournés de façon à pouvoir exécuter l'écluse de grande profondeur qui a reçu le nom d'Écluse Trystram (fig. 1 et 3). D'autre part, un décret du 26 août 1890 a autorisé la reconstruction de la jetée de l'Est, dont la dépense était évaluée à 4 900 000 francs. Ce dernier ouvrage, commencé en 1891, est actuellement terminé, et il ne reste plus, pour compléter l'ensemble des travaux engagés, qu'à terminer l'enlèvement de l'ancienne jetée.

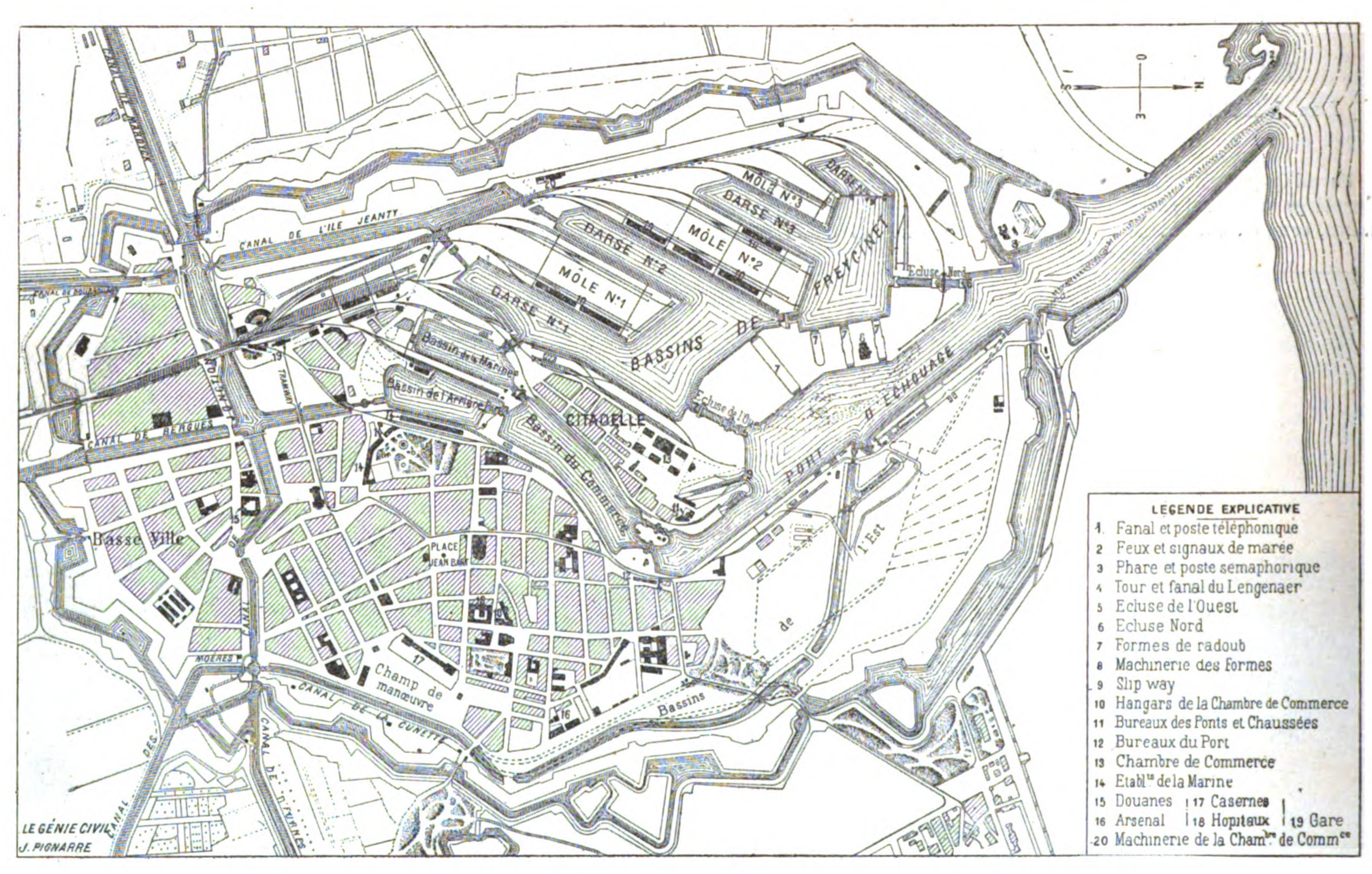


Fig. 2. — Travaux d'extension du port de Dunkerque : Plan général du port.

Description générale du port. — Le port de Dunkerque est ouvert sur une côte dirigée sensiblement de l'ouest à l'est, constituée par un sable fin qu'on rencontre jusqu'à de grandes profondeurs. En arrière du cordon littoral formé par les dunes, existent de vastes polders, connus sous le nom de waeteringues et moëres, qui ont été peu à peu conquis sur la mer et dont le niveau est inférieur au niveau des hautes marées. Ces polders déversaient autrefois leurs eaux dans le port d'échouage, et tous les ouvrages ont dû être établis en vue d'assurer leur dessèchement qui a une importance capitale pour la richesse et la salubrité du pays.

En avant de la côte existent plusieurs lignes de bancs à peu près parallèles au rivage, dont quelques parties sont élevées au-dessus des plus basses mers, et qui sont séparées par des fosses plus ou moins profondes. La fosse la plus rapprochée constitue la rade de Dunkerque

et a 20 kilomètres de longueur sur 1 kilomètre de largeur moyenne, et des fonds variant de 11 à 15 mètres. Elle est limitée, à l'ouest, par un seuil sur lequel on rencontre encore 9 mètres d'eau au-dessous des plus basses mers et, à l'est, par un autre seuil sur lequel il ne reste que 5 mètres d'eau à basse mer. Cette rade, bien abritée par les bancs du large, permet le stationnement en toute sécurité des plus grands navires.

Un système d'éclairage et de balisage très complet permet d'accéder de jour et de nuit dans le port avec la plus grande facilité. La rade elle-même est balisée et son axe est défini par deux bateaux-feux.

Le port comprend un chenal d'accès (fig. 2), un avant-port formant port d'échouage et des bassins à flot dont nous avons donné l'énumération dans le paragraphe précédent.

Le chenal d'accès avait jusqu'ici 900 mètres de longueur, 70 mètres de largeur et était limité par des jetées en charpente. Par suite de la construction de la nouvelle jetée de l'est, ce chenal aura une largeur de 200 mètres devant l'écluse Trystram et 120 mètres à l'extrémité.

L'avant-port et le port d'échouage ont 1 300 mètres de longueur et des largeurs variant de 60 à 80 mètres. Au fond du port d'échouage s'ouvre le bassin du Commerce et sur ce dernier les bassins de la Marine et de l'Arrière-Port, les seuls bassins dont disposât le commerce jusqu'en 1880.

Depuis cette époque, on a construit les bassins de Freycinet qui comprennent quatre darses et auxquels on peut maintenant accéder par deux écluses : celle de l'ouest qui a 21 mètres de largeur, 117 mètres de longueur utile et un tirant d'eau de 7m 45 en haute mer de vive eau, et la grande écluse Trystram qui a 25 mètres de largeur, 170 mètres de longueur utile et un tirant d'eau maximum de 10m 90 à haute mer.

Pendant la même période on a construit, entre les nouveaux bassins et le port d'échouage, quatre formes de radoub de différente importance. Ces formes à double entrée pourraient, en cas de nécessité, être accidentellement employées au sassement des navires.

Avant de décrire, d'une façon d'ailleurs très sommaire, les conditions dans lesquelles ont été exécutés les importants travaux entrepris depuis 1880, nous devons dire quelques mots des travaux de dragages grâce auxquels on a pu augmenter, d'une façon considérable, le tirant d'eau du chenal d'accès et de l'avant-port.

Approfondissement de l'entrée. — Jusqu'en 1875, les profondeurs du chenal étaient entretenues exclusivement à l'aide de chasses ; on utilisait à cet effet un bassin de 30 hectares de superficie et une écluse construite de 1825 à 1827, munie de cinq pertuis pouvant débiter, à basse mer, un volume de 75 millions de mètres cubes en trois quarts d'heure. Ces chasses permettaient d'obtenir, dans les parties limitées par les jetées, des profondeurs dépassant 2 mètres au-dessous du zéro des cartes marines, mais rejetaient les matières entraînées à l'aval en y déterminant la formation d'un seuil situé entre les cotes 0 et + 0m 50. De plus, le chenal, au-delà des jetées, était fort irrégulier et souvent dangereux pour la navigation.

Après divers essais infructueux pour augmenter l'action des chasses, on se décida, en 1876, à avoir recours à des dragages, travaux qui avaient été considérés jusque là comme impraticables par suite de l'extrême agitation de la mer. Des marchés furent passés avec la Compagnie de Fives-Lille et avec des entrepreneurs hollandais pour le curage de l'entrée du port à l'aide de dragues suceuses, ou bateaux pompant le sable, et le prix de ces dragages descendit rapidement de 2 fr. 90 à 1 fr. 20 le mètre cube. Depuis 1884, l'État a fait construire trois dragues suceuses et ces dragages sont exécutés en régie dans des conditions très économiques. Le cube enlevé annuellement a été, en moyenne, de 450 000 mètres cubes de 1885 à 1895.

On a pu ainsi régulariser le chenal à — 2 mètres, puis successivement l'approfondir jusqu'à des cotes de — 3 mètres. Ce n'est qu'exceptionnellement que les profondeurs descendent actuellement à — 2m 70, alors qu'en 1876 le seuil à franchir, à l'extrémité des jetées, était fréquemment relevé à + 0m 50. On a, par suite, obtenu un approfondissement de plus de 3 mètres et porté les profondeurs dont dispose la navigation de 4 à 7 mètres à haute mer de morte eau et de 5m 50 à 8m 50 en vive eau.

Il n'a pas paru utile de chercher à obtenir de plus grandes profondeurs, parce que les buscs de l'écluse de l'Ouest sont à la cote — 1m 50, mais la nouvelle écluse qui vient d'être mise en service ayant ses buscs à la cote — 5 mètres, on va reprendre l'approfondissement du chenal de façon à se rapprocher de cette dernière cote.

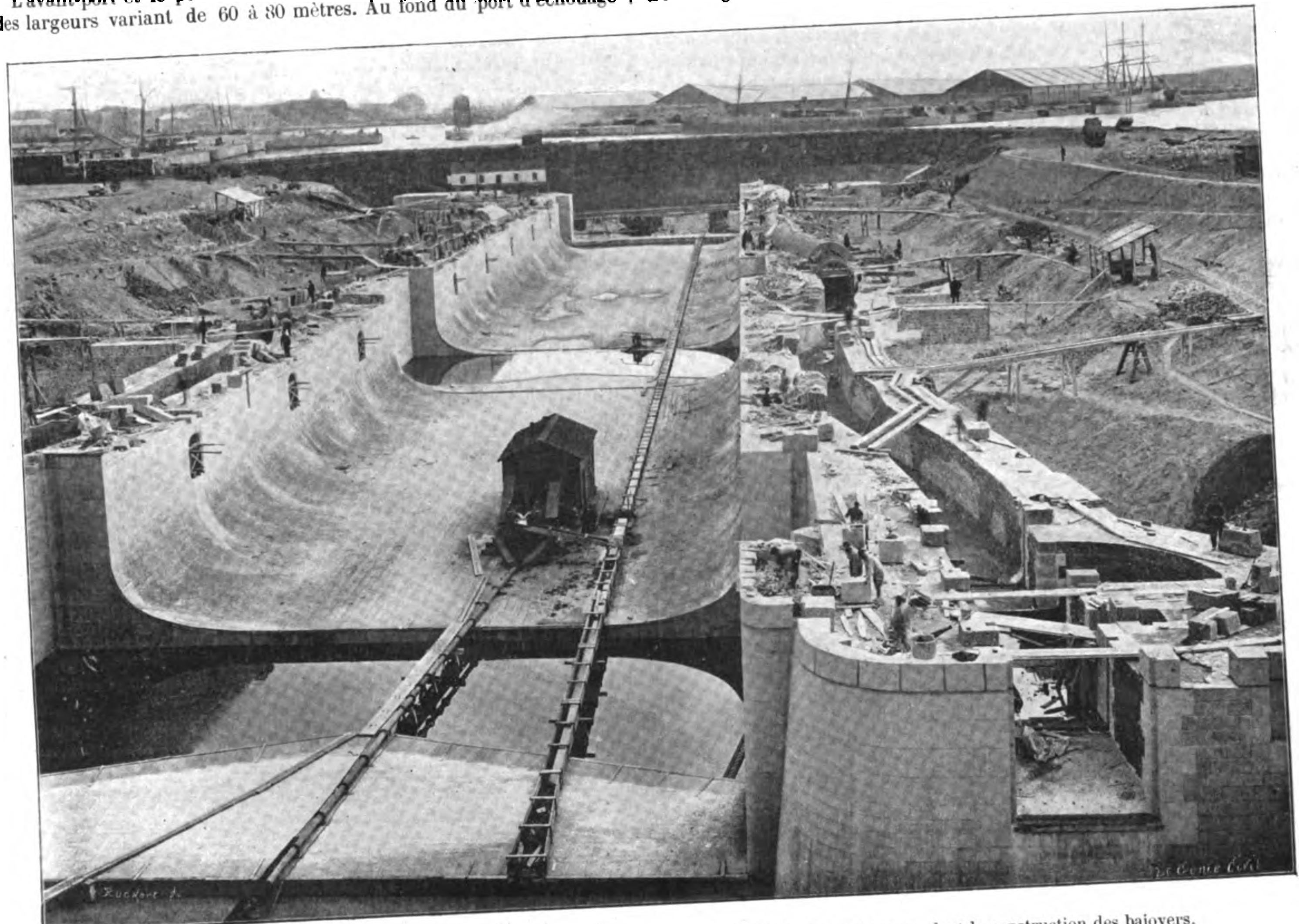


FIG. 3. — TRAVAUX D'EXTENSION DU PORT DE DUNKERQUE : Vue générale de l'Écluse Trystram pendant la construction des bajoyers.

BASSINS DE FREYCINET. — Les nouveaux bassins sont divisés en quatre darses de 80 à 100 mètres de largeur et en deux bassins d'évolution de 200 mètres de largeur (fig. 2). La longueur utile des quais est de 5 096 mètres, la surface d'eau des bassins de 31 hectares, et la superficie des terre-pleins de 31ha 70.

Les deux premières darses sont creusées à la cote — 2m 50, tandis que les darses 3 et 4, ainsi que le second bassin d'évolution, ont été approfondies à — 4m 50. L'extrémité de ces deux dernières darses a été limitée par de simples perrés, en prévision du prolongement futur de ces darses.

La construction des nouveaux bassins et des ouvrages qui en dépendent a été commencée en 1881 et, dès 1884, on ouvrait une première section constituant, avec le bassin de l'Ouest, la darse n° 1. Des accidents, survenus dans les nouveaux murs, vinrent retarder la mise en service des autres darses.

Le pays ne fournissant que des briques de médiocre qualité, les Ingénieurs, craignant de ne pouvoir se procurer en temps voulu les 300 000 mètres cubes de moellons dont ils avaient besoin, avaient proposé, à la suite d'expériences qui leur paraissaient concluantes, de remplacer la maçonnerie par un béton formé d'un mélange de ciment et de sable dosé au $^1/_7$. Ils avaient établi que le mélange constituait des blocs ne s'écrasant pas sous une charge de 30 kilogr. par centimètre carré, et qu'il était moins perméable à l'eau de mer que la maçonnerie de briques du pays. Enfin, ils avaient calculé le profil des murs de façon que la charge supportée par ce béton ne dépassât pas 3 kilogr. par centimètre carré, et construit, à titre d'essai, sur le bord ouest du chenal, un mur de 100 mètres de longueur.

Le résultat de cet essai avait paru assez concluant pour faire autoriser le nouveau mode de construction qui devait réaliser une économie de 250 francs par mètre courant de mur. Toutefois, le profil exécuté différait un peu du profil du mur d'essai : tandis que, dans ce dernier, le béton de sable était fortement comprimé dans des cases constituées par des parements en maçonnerie de briques réunis entre eux par des murettes transversales également en briques, on avait, dans le profil définitif (fig. 5, pl. VI), constitué le parement extérieur par une maçonnerie en *opus incertum* et supprimé les murettes transversales pour permettre l'essai de machines, à l'aide desquelles on espérait pouvoir pilonner mécaniquement le béton.

Le béton, à l'état pulvérulent, était étendu par couches de 7 centimètres, régalé, puis fortement pilonné avec des dames en bois de 20 × 8 centimètres, pesant 8 kilogr., jusqu'à ce que son volume fût réduit dans la proportion de 1,5 à 1. On reliait chaque couche à la précédente en piquant avec un rateau la surface de cette dernière. Le massif, ainsi obtenu, paraissait homogène, et les blocs qu'on y découpait présentaient l'aspect de monolithes à arêtes vives et dures.

Quelques mois à peine après leur mise en exploitation, on constatait dans les murs des cassures verticales et horizontales, et une Commission chargée, en 1885, d'examiner ces ouvrages, émettait l'avis qu'il était nécessaire de les reconstruire; elle demandait, en même temps, que l'on exécutât, à l'avenir, exclusivement en maçonnerie les ouvrages qui n'avaient pas encore été livrés au commerce.

Il est à remarquer que le mur d'essai, exécuté depuis plus de quinze ans, ne manifeste aucune trace de fatigue, de sorte que l'on ne peut conclure, de ce qui précède, que des massifs de béton de sable sont incapables de résister à la mer. Il est à présumer que les accidents qui se sont produits sont dûs à des causes multiples, en partie à la grande rapidité avec laquelle les travaux ont été conduits, aux appareils employés pour mélanger les matières, au dosage des ciments admis dans le mortier qui a servi à la confection des parements et qui était sans doute trop faible (un quart), avec le sable des dunes extrêmement fin dont on disposait, pour constituer une enveloppe protectrice efficace.

Dans les nouveaux murs, exécutés en maçonnerie (fig. 6 à 9, pl. VI), on a adopté un dosage de 3 parties de sable pour 1 de ciment, dans l'intérieur, et de $^2/_5$ de ciment dans les parements; on a remplacé les malaxeurs à axe vertical par des broyeurs munis de lourdes roues à axe horizontal, et on a substitué au parement en *opus incertum* un parement en moellons épincés posés par assises.

La longueur des murs ainsi exécutés est de 3 650 mètres.

Les murs qu'on a dû reconstruire dans la partie des bassins en exploitation ont été exécutés à l'aide de l'air comprimé. On s'est servi de caissons en tôle de 30 mètres de longueur sur 5m 20 de largeur. Chaque caisson se composait : 1° d'une partie fixe de 2m 80 de hauteur qui restait enfoncée dans le sol après l'achèvement du travail et comprenait la chambre de travail et le poutrage supérieur; 2° d'un batardeau fixé par des boulons sur la cornière limitant la partie fixe, et qu'on enlevait après l'achèvement des maçonneries (fig. 7, pl. VI).

Le batardeau était formé de huit panneaux de 8m 75 de hauteur, un à chaque extrémité et trois sur chaque face latérale. Le bas et les extrémités latérales de chaque panneau étaient limitées par une chambre de 0m 50 de large sur 1m 25 de haut, dans laquelle on pouvait descendre pour mettre en place et enlever les boulons qui reliaient chaque panneau à la partie fixe du caisson et aux panneaux voisins.

La partie fixe de chaque caisson était construite sur une cale, puis lancée dans le bassin et amenée devant un échafaudage établi à proximité du chantier de confection des mortiers. Les batardeaux étaient mis en place à l'aide d'une grande bigue flottante, et le béton était coulé dans le poutrage, puis les maçonneries montées jusqu'à ce que le tirant d'eau atteignît environ 6 mètres. On conduisait alors le caisson à la place qu'il devait occuper, et on continuait la maçonnerie jusqu'à ce qu'il atteignît le fond du bassin, préalablement dragué à la cote — 2m 50 et qu'il eût une charge suffisante pour pouvoir être foncé à l'air comprimé. Ce fonçage était poussé jusqu'à la cote — 4m 50, puis on remplissait de béton la chambre de travail et, dès que ce béton était durci, la maçonnerie était montée jusqu'au-dessus des plus hautes marées de morte eau. Les hausses mobiles étaient ensuite enlevées à l'aide de la bigue flottante qui les transportait sur un nouveau caisson.

La durée moyenne du travail dans chaque caisson, depuis le montage des batardeaux jusqu'à l'achèvement des maçonneries, a varié de 29 à 95 jours et a été, en moyenne, de 46 jours.

Les joints entre deux caissons successifs étaient remplis avec du béton coulé entre deux panneaux en bois. Les déblais étaient effectués à l'aide d'une pompe et dans le bas étaient complétés par un plongeur.

La longueur des quais ainsi exécutés a été de 777 mètres et le mètre courant de mur a coûté 2 500 francs.

Écluse Trystram. — *Description générale.* — Depuis que le chenal peut être entretenu à des cotes voisines de — 3 mètres, l'écluse de l'Ouest (fig. 2), achevée en 1880, qui a 21 mètres de largeur et 117 mètres de longueur utile, mais qui a ses seuils à la cote — 1m 55, est devenue insuffisante. Certains navires étaient obligés de s'alléger pour pénétrer dans les bassins et c'est pour faire disparaître cette sujétion qu'a été décidée, en 1887, la construction de l'Écluse du Nord qui, comme nous l'avons vu, porte maintenant le nom d'Écluse Trystram (fig. 1 et 3).

Cette écluse a 25 mètres de largeur, 209m 50 de longueur de tête en tête et 170 mètres de longueur utile (fig. 1, pl. VI). Les seuils ont été arasés à la cote — 5 mètres, de sorte qu'elle présente, sur ces seuils, 9m 15 de tirant d'eau dans les plus petites marées et 10m 90 dans les marées moyennes de vives eaux.

Elle est munie de trois paires de portes d'èbe qui permettent de la diviser en deux sas, l'un de 106m 80 et l'autre de 69m 70.

Le remplissage et la vidange des sas sont effectués à l'aide de deux aqueducs longitudinaux de 2m 70 de largeur et de 3m 50 de hauteur, courant dans chaque bajoyer (fig. 1 et 3, pl. VI) de la tête amont à la tête aval. Ces aqueducs sont fermés, à la hauteur des portes d'èbe, par des portes tournantes dite « portes en éventail » et sont mis en communication permanente avec le sas par 16 aqueducs transversaux de 1m 70 de largeur. Les dimensions des aqueducs sont telles que le remplissage du sas peut être obtenu en 6 minutes avec une dénivellation de 3 mètres.

Les têtes sont disposées pour recevoir des bateaux-portes, à l'aide desquels on pourra visiter et réparer les seuils.

Un siphon métallique étanche (fig. 3, pl. VI), de 1m 80 de diamètre, est établi dans le radier et sert au passage des canalisations diverses : eau, gaz, électricité.

Les communications entre les deux côtés de l'écluse sont assurées par un pont tournant à deux volées et à voie charretière unique, sur lequel est posée une voie ferrée.

Fondations. — L'écluse a été établie dans une fouille creusée à la cote — 11 mètres dans les têtes et — 9 mètres dans le sas, à l'abri de batardeaux établis à l'amont et à l'aval. La fouille à assécher avait une superficie de plus de 4 hectares.

Le batardeau d'aval fermait le vide compris entre les deux murs de fuite de l'écluse et était constitué par un massif de sable recouvert par une épaisse couche de terre forte protégée contre l'action de la houle par un perré à pierres sèches.

Le batardeau d'amont était disposé en demi-cercle tournant sa convexité vers la darse n° 3. Les remblais avaient été constitués par du sable fin très pur, étendu par couches minces, soigneusement et énergiquement damées et arrosées; de plus, on s'était astreint à ne faire monter l'eau dans les bassins qu'avec une très grande lenteur, à raison de 0m 12 au plus par 24 heures. Grâce à ces précautions, ce batardeau s'est parfaitement comporté sous des charges qui dépassaient 13 mètres dans les grandes marées; les filtrations n'y atteignaient pas 30 litres par seconde.

Toutes les eaux à épuiser étaient amenées dans un puisard en maçonnerie établi au pied du batardeau d'amont et étaient élevées à l'aide de deux groupes similaires de pompes centrifuges (Dumont n° 9). Chaque groupe comprenait deux pompes conjuguées, l'une placée à la cote — 5 mètres et actionnée par une machine de 15 chevaux, et l'autre placée à la cote — 4 mètres et actionnée par une machine de 10 chevaux. La hauteur totale d'élévation des eaux variait de 16 à 18 mètres. En général, l'épuisement était effectué par un seul groupe de pompes et le volume d'eau épuisé en 24 heures est toujours resté compris entre 4 000 et 5 000 mètres cubes. Les dépenses d'épuisement atteignaient environ 45 000 francs par an.

La couche de sable sur laquelle est fondée l'écluse est très épaisse et aurait été peut-être suffisante pour supporter directement l'ouvrage mais, à cause de l'importance exceptionnelle de cet ouvrage, on a jugé



qu'il était prudent de consolider le sol avec un pilotage général constitué avec des pilots de chêne en grume de 0m30 de diamètre et de 4m50 à 5m50 de diamètre. Le nombre des pilots battus est de 6 300.

Les pilots supportent un radier en béton composé de galets et de briques cassées mélangés avec un mortier de chaux hydraulique de Tournai, de sable de dunes et de trass d'Andernack. Cette couche de béton est recouverte par une maçonnerie de briques qui supporte elle-même un pavage en moellons d'appareil dans le sas et en pierre de taille dans les hauts radiers. L'épaisseur totale du radier varie de 5m30 à 4 mètres et celle du béton est de 3m70 dans le parafouille, de 3 mètres dans les chambres des portes et de 2 mètres dans le sas courant (fig. 2, 3 et 4, pl. VI).

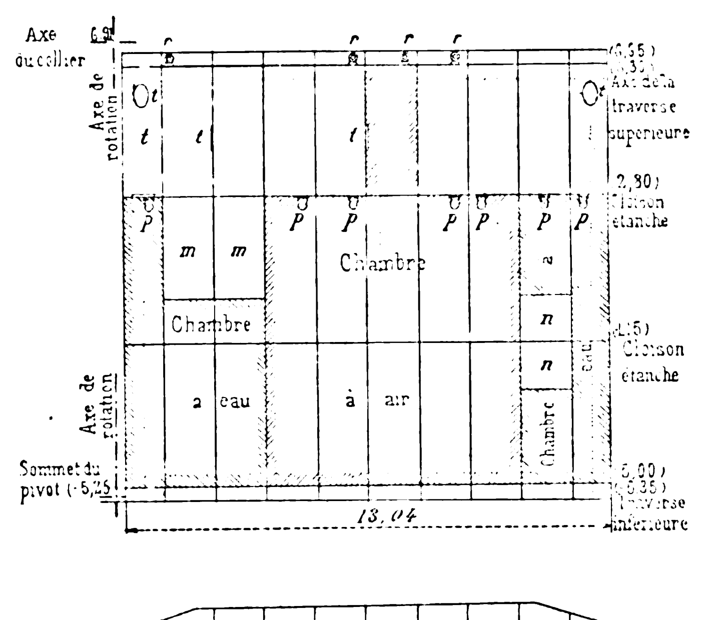
Le béton a été coulé dans une enceinte limitée par des vannages. Ce coulage était effectué en talus dans la fouille maintenue épuisée jusqu'à 1 mètre environ au-dessus du fond et le massif était poussé par bandes normales à l'axe, aussi régulières que possible, et de toute la largeur de l'écluse. Les installations étaient disposées pour la production de 300 mètres cubes par jour et le cube moyen mis en place par semaine a varié de 1 500 à 1 700 mètres cubes. Le volume total employé a été de 25 400 mètres cubes.

Maçonneries. — Les maçonneries des bajoyers ont été exécutées en partie avec des briques du pays, en partie avec des moellons calcaires des carrières des environs de Boulogne (Landrethun). Les parements sont en moellons smillés des mêmes carrières. Les buscs, les chardonnets, les appuis des bateaux-portes, les angles, les arrondis des musoirs au-dessus des basses eaux, etc., sont en granit de Bretagne ou de Normandie. Les voûtes en plates-bandes qui recouvrent les chambres des ports des grands aqueducs, les rainures à poutrelles disposées dans ces aqueducs sont en pierre de taille de Soignies. Enfin, les arrondis des musoirs au-dessous des basses eaux et le dallage du radier dans les têtes sont en pierre de taille de Landrethun.

On a employé exclusivement des mortiers de ciment de Portland et de sable dosés à raison de 700 kilogr. ou 550 kilogr. de ciment par mètre cube de sable. Les ciments provenaient des usines du Boulonnais et le sable était du sable des dunes, le seul qu'on rencontre dans le pays.

L'écluse est protégée à l'aval contre les affouillements, par un avant-radier de 22 mètres de longueur, construit après la mise en place des portes. Cet ouvrage, dont l'exécution était assez délicate, par suite de la proximité du chenal et de la profondeur à laquelle la fouille devait être maintenue, a été constitué par une épaisse couche de glaise recouverte par un pavage à pierres sèches et au-dessus par des blocs de béton (fig. 1).

La partie centrale du vantail forme une caisse à air, les poteaux tourillons et busqués sont disposés de façon à former des caisses à eau en communication permanente avec l'amont. La vidange des compartiments étanches peut être opérée au moyen de l'air comprimé à



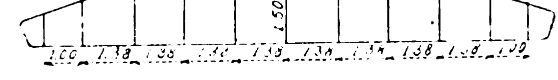


FIG. 4. — TRAVAUX D'EXTENSION DU PORT DE DUNKERQUE : Ossature d'un vantail de porte d'èbe de l'Écluse Trystram.

mm, chambres des portes ;
nn, chambre des poulies d'ouverture et de fermeture ;
ppppppp, tuyaux mettant en communication l'intérieur du vantail avec l'eau d'amont ;
rrrr, robinets amenant l'air comprimé ;
tttt, trous d'hommes fermés par une porte étanche ;
............., tuyaux de vidange de l'eau chassée par l'eau sous pression.

l'aide d'une tuyauterie spéciale. Les fourrures en bois de green-heart placées suivant le côté horizontal et les faces verticales du vantail assurent l'étanchéité.

En raison de la forme de l'ossature, la totalité de la pression d'eau

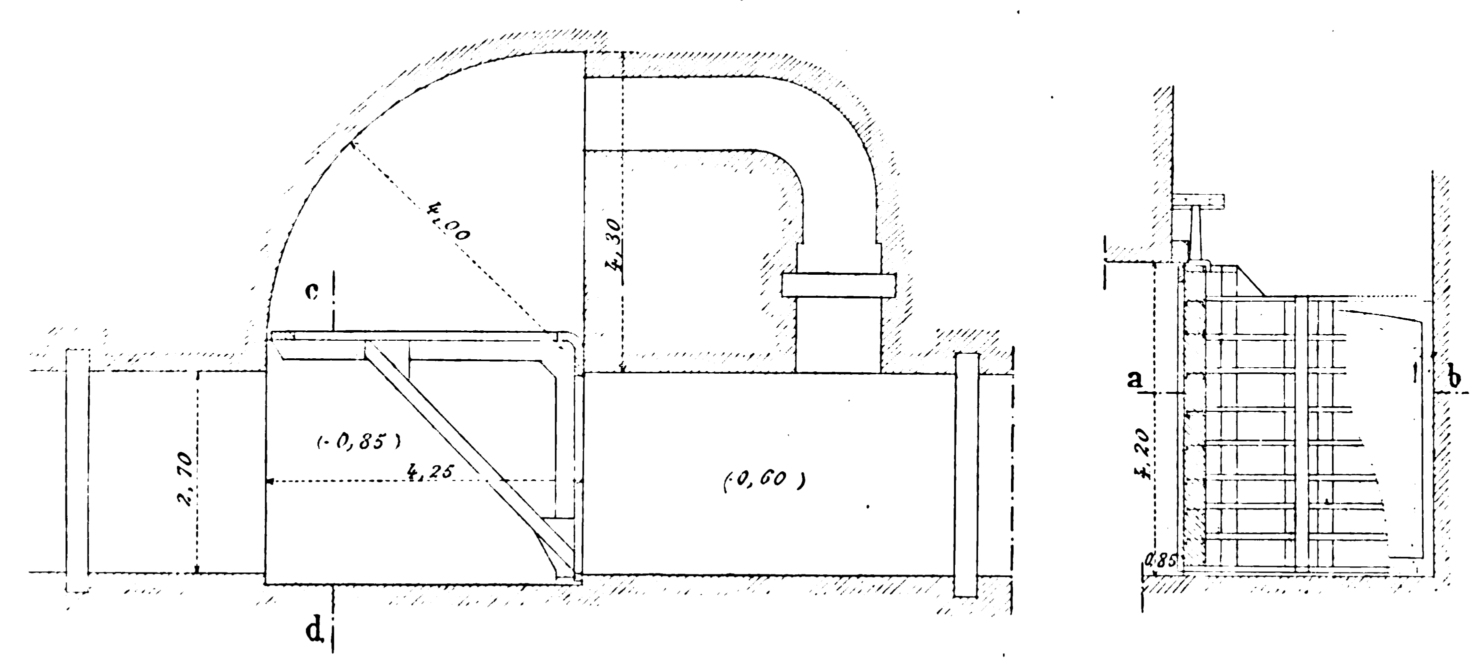


FIG. 5. — TRAVAUX D'EXTENSION DU PORT DE DUNKERQUE : Portes en éventail pour la fermeture des aqueducs de l'Écluse Trystram.

Portes d'èbe. — L'écluse est fermée par trois paires de portes d'èbe constituées par deux vantaux de 14 mètres de longueur, 12m05 de hauteur et 14 mètres de largeur. Il n'y a pas de portes de flot; les portes d'aval sont maintenues contre le ressac par des portes-valets.

Chaque vantail d'une porte d'èbe se compose d'un cadre constitué (fig. 4) par une traverse supérieure, une traverse inférieure, une poutre tubulaire formant poteau tourillon et une poutre tubulaire formant poteau busqué, de sept montants verticaux également espacés, de deux entretoises reliant les montants et formant cloisons étanches et, enfin, d'un bordage en tôle régnant à l'amont et à l'aval sur toute la hauteur de la porte et soutenu par des membrures horizontales fixées sur les montants.

supportée par le vantail se répartit entre le busc et la traverse supérieure. Cette traverse, qui est calculée de façon à résister à un effort de 474 tonnes, est en acier. Le complément du vantail est en tôle galvanisée.

La traverse supérieure est munie, à ses deux extrémités, de sabots en acier moulé; au point où s'exerce la pression sur le bajoyer, une plaque d'acier moulé est scellée dans une grande pierre de taille de 1m20 de hauteur qui est elle-même appuyée sur des pierres de taille plus petites disposées de façon à réduire à 12 kilogr. par centimètre carré la pression limite de 474 tonnes. Le vantail à sa partie inférieure s'appuie, par l'intermédiaire d'une crapaudine en acier coulé, sur un pivot en acier forgé de 0m27 de diamètre scellé dans la maçonnerie.

Chaque vantail est muni de deux vannes donnant ensemble un débouché de 6 mètres carrés et qui peuvent être manœuvrées à l'aide de crics dans le cas où les aqueducs de remplissage seraient en réparation.

Le poids d'un vantail, y compris ses colliers, pivots et ancrages, est de 153 tonnes.

Chaque vantail est manœuvré au moyen de deux presses hydrauliques actionnées par un seul tiroir qui permet, en étranglant plus ou moins l'orifice de sortie, de tendre la chaîne qui se déroule au degré voulu pour éviter toute oscillation du vantail. Les presses sont mouflées à six brins pour l'ouverture et à huit brins pour la fermeture. Les presses des portes d'aval sont calculées de façon à exercer sur la chaîne de manœuvre un effort de 7 600 kilogr., tandis que celles des portes d'amont et intermédiaires, pour lesquelles on n'a pas à craindre l'action du ressac, sont seulement calculées pour un effort de 4 200 kilogrammes.

Les vantaux d'aval sont munis de freins hydrauliques installés sur les bajoyers, ayant pour but de les retenir lorsqu'ils tendent à brusquer violemment après s'être ouverts sous l'action du ressac.

Portes-valets. — Ces appareils, destinés à maintenir les portes d'aval appuyées contre le busc, malgré le ressac, sont en fer. Ils transmettent la poussée du vantail à la maçonnerie du bajoyer à la manière des buttoirs ou des contre-fiches. La longueur de chaque porte-valet est telle qu'elle puisse tourner autour de son pivot sans toucher le vantail correspondant et des taquets limitent cette rotation au point convenable. En ce point, l'intervalle existant entre le vantail et la porte-valet est rempli par des coins en bois réunis entre eux par une tige de fer qui permet de les manœuvrer simultanément à l'aide d'un petit treuil placé sur le poteau busqué de la porte-valet.

Portes des aqueducs longitudinaux. — Les aqueducs de remplissage sont fermés aux extrémités et vers le milieu par des portes tournantes en tôles dites « en éventail ». Ces portes ont la forme d'un dièdre droit dont l'axe est vertical (fig. 5) et dont les deux côtés, de superficies inégales, sont contreventés de façon que leur angle reste invariable. Le petit vantail ferme de l'amont vers l'aval l'orifice de l'aqueduc longitudinal en s'appuyant sur une fourrure en bois de 0m085 d'épaisseur sur la paroi aval du puits. Quand la porte s'ouvre, le grand vantail se meut avec un certain jeu dans une chambre cylindrique pratiquée dans la maçonnerie. Un tuyau de décharge muni d'une vanne part du fond de cette chambre et aboutit en aval de la porte et c'est cette vanne qui sert à produire le mouvement automatique de la porte. Quand elle est fermée, la pression d'amont tient la porte close, mais dès qu'on la lève l'eau continue dans la chambre cylindrique s'écoule vers l'aval, la pression d'aval s'établit dans la chambre cylindrique et la différence de pression entre l'amont et l'aval fait tourner la porte en vertu de la différence de surface des deux vantaux.

Lorsque la différence de niveau est trop faible pour vaincre le frottement, on ouvre la porte au moyen d'une chaîne mue par un treuil et la fermeture est, de même, obtenue en tirant la porte à l'aide d'une seconde chaîne. Le treuil peut être actionné par une presse hydraulique ou manœuvré à bras.

Les vannes de décharge sont en fonte, à jalousie, et leur manœuvre est faite hydrauliquement par une presse à action directe.

Six cabestans hydrauliques sont disposés sur l'écluse pour faciliter la manœuvre des navires, quatre sur les têtes et deux vers le milieu du sas.

L'eau sous pression est distribuée aux appareils hydrauliques par une double canalisation posée sur les bajoyers. Cette eau est fournie par la machinerie centrale établie entre les formes de radoub 1 et 2.

Quais aux abords de l'écluse. — Des murs de quai d'une longueur totale de 430 mètres ont dû être établis, tant à l'aval qu'à l'amont des têtes d'écluses. L'exécution de ces murs (fig. 9, pl. VI), qui ont été descendus à l'aide de l'air comprimé à des cotes comprises entre — 7 mètres et — 9 mètres, a présenté d'assez grandes difficultés par suite de leur emplacement. Les caissons employés étaient espacés de 0m75 et les joints étaient remplis avec du béton coulé à l'abri de panneaux en charpente.

Commencée en 1887, l'écluse Trystram pouvait être considérée comme terminée à la fin de 1894. Dans les deux dernières années on s'est borné à exécuter quelques travaux de parachèvement.

A. DUMAS,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

ART MILITAIRE

NOUVEAU CANON DE CAMPAGNE A TIR RAPIDE

Sous le titre un peu ambigu de « Nouveau canon de campagne à tir rapide *français* », qui pourrait donner à penser qu'il s'agit d'une arme adoptée par notre artillerie, l'*Engineer* décrivait, dans son numéro du 25 septembre dernier, un nouveau canon à tir rapide qui est simplement construit par une maison française.

Ce canon (fig. 1, 2 et 3), qui a fonctionné devant Li-Hung-Chang au champ de tir d'Erith, s'est, dit-on, bien comporté et semble remplir les nombreuses conditions que les artilleurs considèrent comme indispensables pour le bon fonctionnement d'une pièce de campagne destinée à être servie par un personnel dont les connaissances mécaniques sont rudimentaires, et à manœuvrer sur tous les terrains.

Il appartient, comme on pouvait s'y attendre, à la catégorie des canons à déformation, tire des cartouches métalliques et a été étudié en vue de la réalisation de deux types : un type léger destiné à armer les batteries à cheval et un type lourd pour les batteries montées.

La pièce, en acier trempé ordinaire, n'a pas de tourillons et glisse dans une jaquette qui fait partie de l'affût ; elle est reliée à la jaquette par deux freins hydrauliques dont les tiges sont fixées aux saillies A (fig. 4). Le côté droit de la culasse porte des oreilles B et C destinées aux articulations du mécanisme de fermeture et de l'extracteur.

Les rayures, au nombre de 30, à pas constant, sont inclinées de 6° sur l'axe: elles ont 0mm58 de profondeur et diminuent graduellement de largeur depuis 5mm8 au cône de raccordement jusqu'à 4mm9 à la bouche. La ceinture du projectile subit donc une compression continuelle pendant le trajet intérieur, ce qui diminue les chances de production du vent et des érosions qui en résultent.

Le mécanisme de culasse (fig. 6 à 9), quelque peu différent de ceux employés jusqu'à présent, comprend une vis de culasse tronconique D dont la grande base est dirigée vers l'intérieur ; elle peut tourner sans glisser dans le volet A qui la soutient. Des glissières E, taillées en forme de rampes convenables, dirigent la vis dans le mouvement de fermeture. L'extrémité du levier-poignée F porte un segment de pignon I qui engrène avec un secteur denté K taillé dans le bloc de culasse; lorsque la vis a pénétré dans son logement, ce dispositif permet de la faire tourner sur elle-même de 90° en rabattant vers la gauche le levier F. Le pignon est, d'ailleurs, légèrement excentré de manière à dégager le contact à la fin de la fermeture. Le percuteur M est actionné par un ressort qui prend appui sur N; la rotation de la vis de culasse arme le canon en déterminant, grâce à l'ergot P, le glissement mutuel des rampes hélicoïdales O placées à l'arrière du percuteur; ce dernier, maintenu par la tige Q, ne peut que glisser longitudinalement. Cette tige se recourbe en crochet au dehors et permet d'armer à la main, sans ouvrir la culasse, en cas de raté. L'extracteur R tourne autour de l'axe S porté par les oreilles T ; à l'intérieur, il se bifurque et est terminé par deux griffes d'extraction U, U. Le glissement du talon courbe V, situé dans un évidement convenablement taillé dans le volet, détermine, lorsqu'on ouvre la culasse, un mouvement d'extraction lent au début mais finissant par une brusque secousse qui rejette en arrière la douille vide. Le mécanisme de détente se voit en x, y, z; 2 représente le levier de mise de feu. Un mécanisme de sûreté, formé par un talon qui prolonge V, glisse dans une rainure 5 et empêche le départ du coup avant que la culasse soit entièrement fermée. Un levier coudé, actionné par un ressort et rappelant par sa forme la poignée d'un frein de bicyclette, sert à fixer le levier F rabattu sur la culasse quand elle est fermée. S'il est nécessaire, le canon est muni d'un dispositif empêchant l'ouverture prématurée de la culasse; c'est le choc même produit par le départ du coup qui rend possible le mouvement d'ouverture.

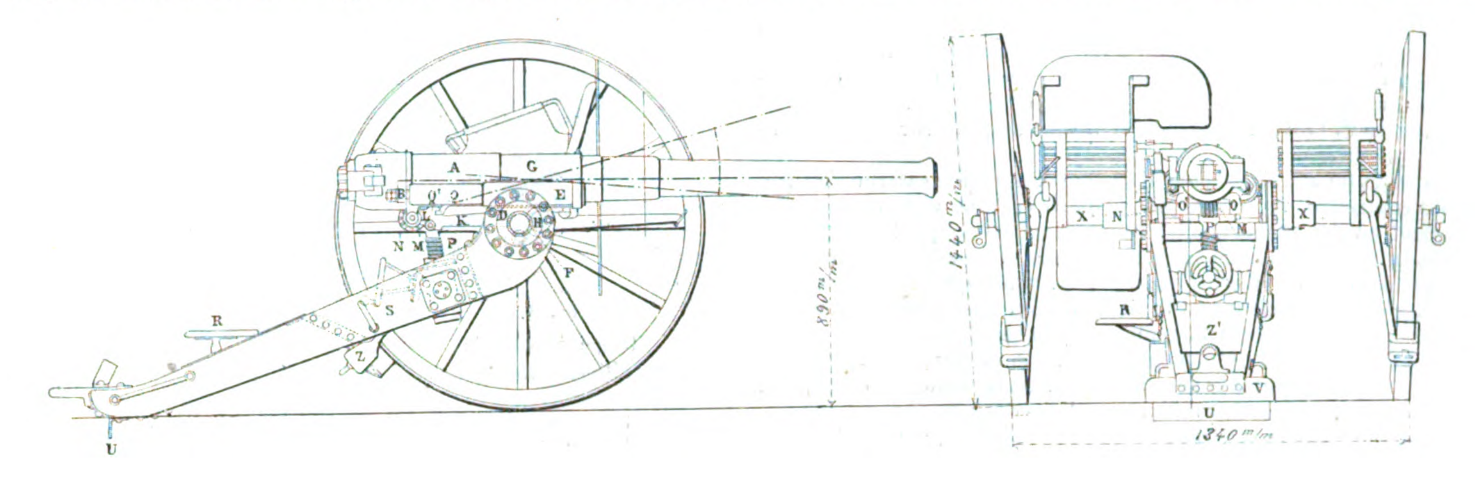
L'affût (fig. 1, 2 et 3) porte une jaquette en acier fondu A dans laquelle glisse le canon retenu par les freins hydrauliques qui permettent un déplacement total de 30 centimètres. La jaquette du canon et les freins sont placés sur une plate-forme demi-circulaire et maintenus par des crampons D et D_1. Tout le système peut tourner d'un angle de 4° 1/2 de part et d'autre de l'axe de la pièce, en pivotant autour du centre E. La partie inférieure du support F tourne autour de l'axe H fixé aux flasques de l'affût; on peut voir sur les figures 1 et 2 que l'axe du canon est très bas et très près de l'axe de l'essieu; on a donc, avec des roues de hauteur ordinaire, un angle de recul très aigu, ce qui diminue la tendance de l'affût à sauter pendant le tir.

Un secteur denté L engrenant avec la vis sans fin M qui est actionnée par la roue motrice N, permet de donner en direction un déplacement angulaire de 9° sans altérer l'angle de tir. On voit en P et S, sur la figure 2 la vis de pointage et son volant de manœuvre. L'inclinaison de la pièce peut varier de — 5° à + 15°.

La ligne de mire est fixée à la jaquette et, par suite, ne recule pas, ce qui est évidemment avantageux. Les volants de pointage en direction et en hauteur sont placés de manière que le pointeur placé sur le siège R puisse facilement pointer en agissant sur la roue S avec



la main droite et, avec la gauche, sur le volant de direction N. L'inclinaison une fois donnée, sa main droite est libre pour faire partir le coup. La bêche de crosse U empêche le recul; elle est fixée à une plaque V suffisamment grande pour que la crosse ne s'enfonce pas dans le sol.



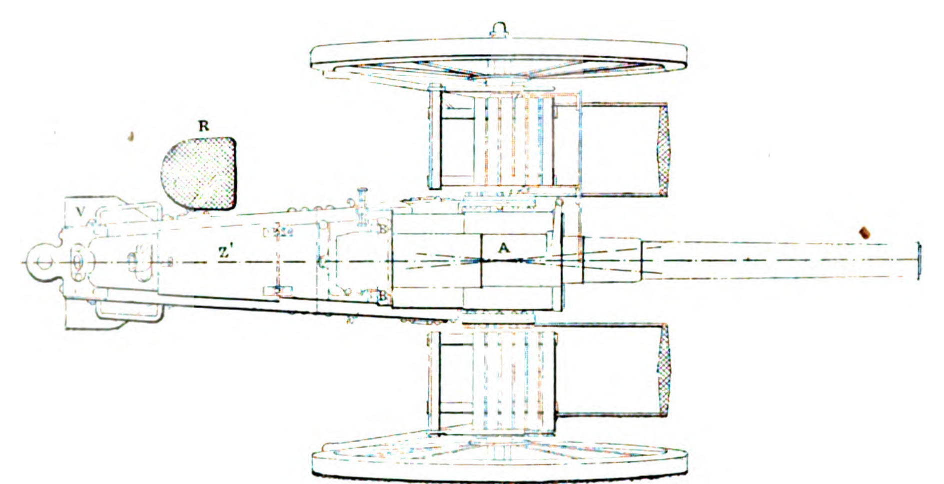


Fig. 1, 2 et 3.

Nouveau canon de campagne, à tir rapide, monté sur son affût.

Élévation, vue d'arrière et plan.

L'essieu porte de chaque côté, près des roues, un anneau Y légèrement excentrique, auquel est fixé l'extrémité d'un tirant qui actionne un patin d'enrayage pour le tir; le serrage est absolument automatique et augmente lorsque les roues tendent à tourner. Pendant la marche les tirants sont accrochés aux flasques. Un coffret de flèche Z reçoit des outils, la hausse et des objets de rechange. Enfin l'affût est muni d'un bouclier en acier spécial, de 6 millimètres d'épaisseur, capable d'arrêter une balle de fusil tirée à 20 mètres.

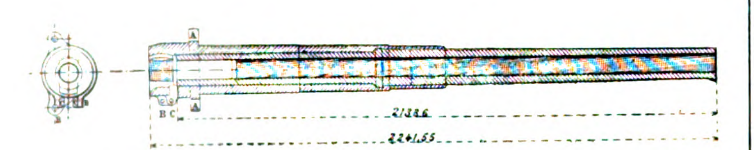


Fig. 4 et 5. — Coupe longitudinale et vue d'arrière de la pièce.

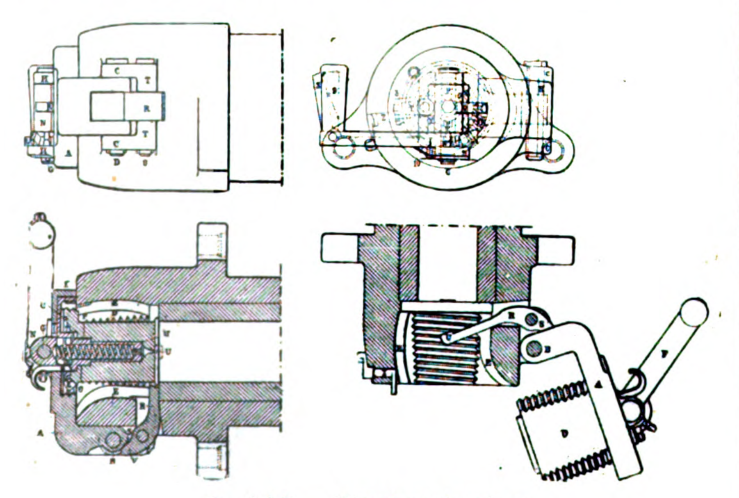


Fig. 6 à 9. — Mécanisme de culasse.

Nous terminerons cette courte description en résumant, dans un tableau succinct, les données les plus intéressantes relatives à ce nouveau matériel :

		Type lourd.	Type léger.
Calibre du canon	centim.	75	75
Longueur du canon (en calibres)		30	24,5
Poids du canon et du mécanisme de culasse	kilogr.	333	283
Hauteur de l'axe du canon au-dessus du sol	centim.	92	84,5
Poids de l'affût avec les roues	kilogr.	830	650
Angle de recul	degrés.	30	30
Poids du projectile chargé	kilogr.	5,894	5,327
Poids total de la cartouche	—	7,250	6,350
Vitesse initiale	mètres.	500	»
Nombre de cartouches (placées horizontalement dans l'avant-train de pièce)		36	48

L. A.

GÉOLOGIE

UNE NOUVELLE THÉORIE SUR L'INCLINAISON DES COUCHES aurifères au Witwatersrand.

Les couches de conglomérat aurifère, qui forment au Witwatersrand les stratifications du *Main Reef*, ont dû leur succès industriel à la régularité qui les caractérisait dans les premières mines qui se son établies sur leur affleurement. On sait avec quelle rapidité de nouvelles Compagnies se sont formées pour exploiter ce gîte et quels on été les résultats extraordinaires de certaines de ces exploitations. Mais on s'est bientôt aperçu que la continuité des couches était altérée par endroits par des failles et l'intrusion de dykes. M. Carrick a fait récemment une importante communication à la Société géologique de Johannesburg au sujet de ces failles, en essayant de démontrer que ces cassures sont le résultat de forces dont on peut déterminer plus ou moins exactement la nature et la direction par un examen de la position relative des plans des failles par rapport aux couches environnantes. C'est à la suite d'un examen approfondi du rejet des couches dans les diverses mines qu'il a eu l'occasion de visiter, que cet Ingénieur a été conduit à exposer le résultat de ses recherches.

L'altitude relativement élevée du Rand provient, d'après la théorie de la plupart des géologues, d'un soulèvement du sol. On ne s'explique pas, en effet, comment Johannesburg peut se trouver à environ 600 pieds au-dessus du niveau de la mer, s'il n'y a pas eu de poussée intérieure. Il est inconcevable que les formations sédimentaires du Rand aient pu se produire à l'altitude actuelle de cette région, et comment expliquer autrement l'inclinaison, très abrupte par endroits, des couches? Un affaissement aurait-il produit ce résultat? Tels sont les points que M. Carrick a étudiés, et il conclut en faveur de cette dernière hypothèse.

Par suite du refroidissement de la terre, la croûte externe s'est peu à peu contractée, et rien ne prouve qu'en certains endroits du globe, il n'y ait eu des affaissements. Pourquoi admet-on que l'élévation actuelle du sol au-dessus du niveau de la mer est due à un soulèvement des parties non recouvertes par les eaux, tandis qu'il serait beaucoup plus logique d'admettre que le lit de l'océan s'est affaissé sous l'influence du refroidissement plus efficace produit par les eaux elles-mêmes? Cet affaissement a naturellement conduit à des mouvements du sol et, par suite, à des cassures et des plissements de la croûte des continents, de façon à déterminer le contour actuel des côtes de l'océan.

Pour en revenir aux stratifications du *Main Reef*, si l'on admet un soulèvement général du continent, les différents axes de ce mouvement seraient représentés par les chaînes de montagnes, et c'est sur ces collines qu'on devrait rencontrer les stratifications repoussées par l'axe du soulèvement : bref, les lignes de fractures des couches devraient émaner de ces collines, et si un reef se trouve intercalé dans ces couches sédimentaires, on devrait le retrouver en contre-bas de l'autre côté de la faille. De telles cassures n'existent pas cependant dans le Rand. M. Carrick n'en a rencontré qu'une seule qui doit provenir sans aucun doute d'un « dyke » ou roche éruptive qui a soulevé, au moment de son intrusion, la partie supérieure des couches sédimentaires. Cette faille se trouve dans la mine Rietfontein où, en effet, un énorme dyke est venu jusque vers le mur du reef et a repoussé les couches en amont de façon à leur donner une inclinaison très voisine de la verticale.

Comme on le pense, l'absence de failles provenant d'un soulèvement étant établie, la théorie du soulèvement elle-même doit être complètement abandonnée. Ce fait a conduit M. Carrick a étudier les failles de la série du *Main Reef*. Les rejets sont de deux espèces : normaux et renversés, et il est à remarquer que la nature de ces cassures dépend presque uniquement de l'inclinaison des couches.

Nous désignerons par *failles normales* celles qui déterminent un affaissement suivant le pendage général des couches, et par *failles renversées*, celles qui donnent lieu à un relèvement.

Dans les mines où le pendage des reefs est élevé, c'est-à-dire entre 40 et 80°, les failles sont presque invariablement renversées. Dans les mines où le pendage varie de 30 à 40°, on rencontre les deux systèmes de cassures, tandis que, dans les mines à pendage très faible, au-dessous de 30°, les rejets sont normaux.

Voici comment M. Carrick explique la production de ces rejets :

Les rejets normaux ont été produits par un affaissement pendant lequel la partie inférieure du reef a glissé sur le plan de la faille. Les rejets contraires à cette règle, et qui ne se rencontrent que quand l'angle d'inclinaison du reef est supérieur à 50°, proviennent de l'action locale de dykes, soit immédiatement dans le voisinage de l'affleurement, comme, par exemple, dans la mine Rietfontein, soit plus en profondeur. En effet, ainsi que l'on peut s'en rendre compte dans cette mine, l'effet de l'intrusion d'une grande masse éruptive peut se faire sentir à une distance considérable de cette masse elle-même, tant qu'il s'agit d'un dyke agissant près de l'affleurement des couches; mais les effets sont beaucoup moins étendus dans les niveaux profonds à cause de la résistance que leur opposent les couches sédimentaires. Si, d'autre part, on veut admettre que l'inclinaison globale des couches du Witwatersrand s'est produite sous l'effet d'une poussée interne générale, agissant aussi bien à la surface qu'en profondeur, le pendage doit aller en diminuant d'une façon régulière, et plus l'on s'approche de l'axe de soulèvement, plus doit être grand l'angle d'inclinaison. Or, ceci n'est pas le cas; on sait, en effet, que les quartzites de Hospital Hill sont bien moins inclinés que le *Main Reef* placé en aval. Il paraîtrait donc bien plus logique d'admettre qu'il n'y a eu que des soulèvements partiels qui expliquent l'existence des rejets contraires à la théorie, soulèvements qui se sont produits, la plupart du temps, après le phénomène d'affaissement général du pays.

Afin de nous rendre compte de l'exactitude de l'hypothèse de M. Carrick, nous allons examiner un certain nombre de mines du Rand, en choisissant des exemples de rejets normaux et contraires. Ce seraient les couches d'un pendage de 30° et au-dessous qui présenteraient des failles normales.

Dans cet ordre d'idées, considérons la **Durban Roodepoort** (fig. 1). Le *Main Reef* affleure avec une inclinaison voisine de 30°, et, en suivant la ligne de plus grande pente de cette couche sur environ 100 pieds, nous arrivons à une faille. De l'autre côté de la faille, nous retrouvons le conglomérat à environ 50 pieds en contre-bas, et l'on voit qu'il a dû y avoir glissement sous l'effet d'un affaissement le long du plan de la faille. Le *South Reef*, situé à quelque distance du *Main Reef*, a suivi le même mouvement, ainsi que toutes les couches environnantes. Une seconde faille, un peu au-dessous du cinquième

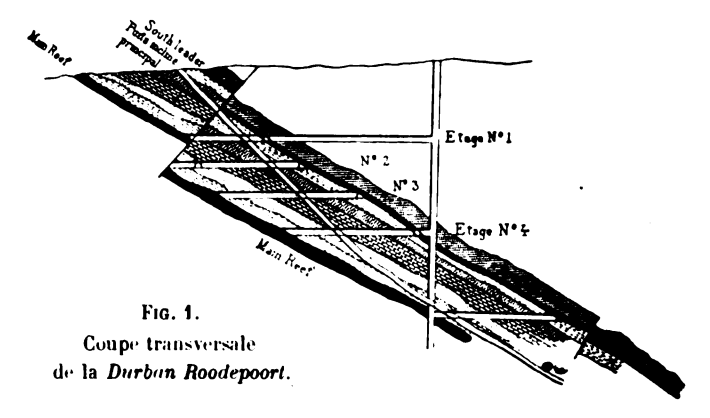


Fig. 1.
Coupe transversale
de la *Durban Roodepoort.*

étage, a dû se produire également sous l'effet d'un affaissement, et il est fort probable que cette deuxième faille se retrouvera sur le *Main Reef* au point correspondant.

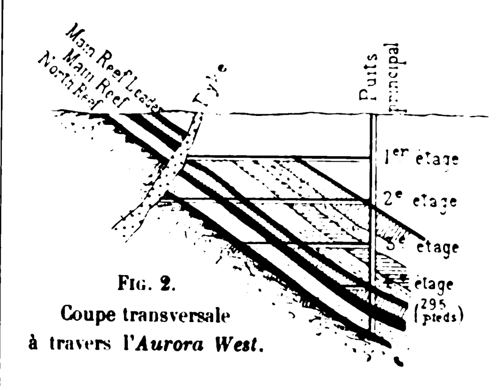


Fig. 2.
Coupe transversale
à travers l'*Aurora West.*

Dans l'*Aurora West* (fig. 2) l'inclinaison des couches est de 30° environ. La coupe transversale montre une intrusion de roche éruptive, qui, ici, n'a pas eu pour effet de relever l'angle des reefs, mais de disjoindre les stratifications. Il est fort possible que ce « dyke » se soit produit après l'affaissement général du pays, et même qu'il soit venu remplir une fissure qui s'était produite sous l'effet de cet affaissement, ce qui expliquerait la dépression des couches au delà de la roche.

Un troisième exemple de failles à rejet normal nous est fourni par la *Lancaster*. Cette mine exploite deux reefs principaux : le *West Battery Reef* et la série du *Botha's Reef*. Le pendage moyen des couches dans la Compagnie *York*, immédiatement au nord de la *Lancaster*, et qui possède l'affleurement des séries du *Botha's Reef*, est de 23°. Une coupe du terrain (fig. 3) montrant le *West Battery Reef*, dont la Compagnie Lancaster est propriétaire de l'affleurement, présente une cassure provenant évidemment du glissement général des couches le long du plan de la faille.

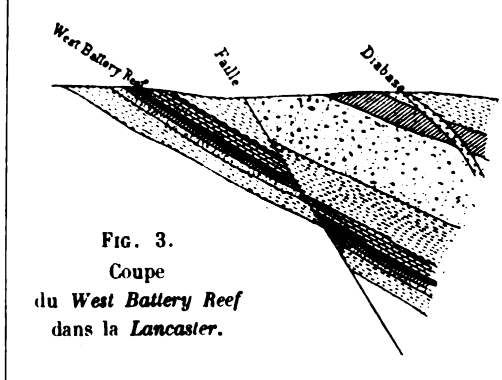


Fig. 3.
Coupe
du *West Battery Reef*
dans la *Lancaster.*

Une deuxième coupe (fig. 4), suivant la série du *Botha's Reef*, montre l'existence d'un dyke dont nous pouvons identifier l'effet à

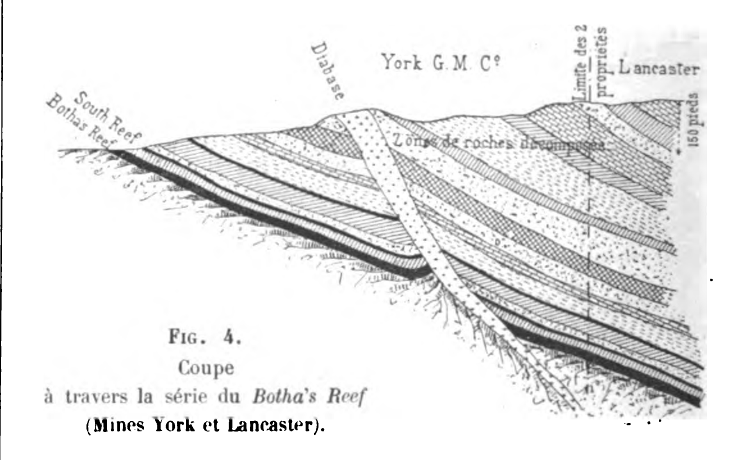


Fig. 4.
Coupe
à travers la série du *Botha's Reef*
(Mines York et Lancaster).

celui de l'*Aurora West*. Il y a eu repoussement au contact immédiat des couches, sans transformation de la cassure, qui reste normale.

Considérons une mine dont l'inclinaison des couches soit de 30 à 45°, par exemple la *City and Suburban*. Aux étages supérieurs le pendage est de 45°, pour fléchir à 35° environ au contact de la première faille. Là, nous notons un rejet inverse produit, sans doute, par l'action d'un dyke D, non figuré sur la coupe. A la deuxième faille, le pendage n'est plus que de 30° et le rejet est normal. Cette mine présente donc un exemple des deux systèmes de failles (fig. 5).

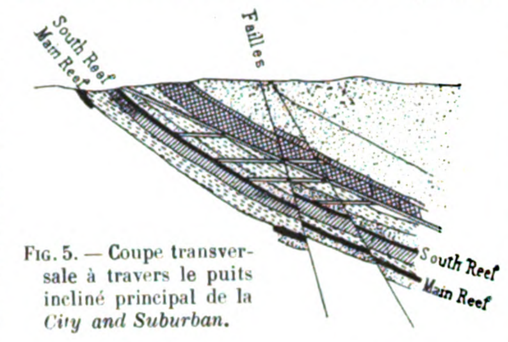


Fig. 5. — Coupe transversale à travers le puits incliné principal de la *City and Suburban*.

Il ne reste plus à considérer que quelques cas de rejets contraires.

La mine de *Rietfontein* (fig. 6) est une des plus disloquées du Rand, et cette dislocation s'explique facilement en jetant un coup d'œil sur

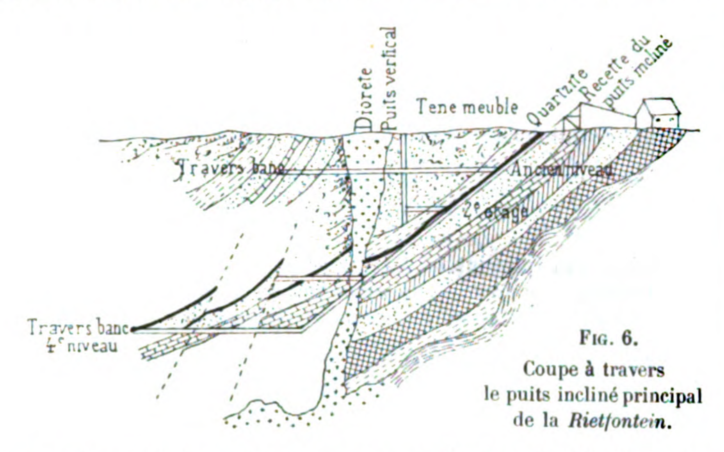


Fig. 6. Coupe à travers le puits incliné principal de la *Rietfontein*.

les nombreux dykes qui sont venus morceler les stratifications dans cette région. Elle est formée de deux quartiers bien distincts, le quartier est et le quartier ouest.

C'est dans le quartier est qu'on rencontre une série de failles inverses dont la présence est due à la poussée d'une roche de diorite qui a eu pour premier effet de relever l'inclinaison des couches; vers le septième niveau, le pendage est, en effet, de 20°, et se redresse brusquement pour arriver à 50° à l'affleurement des reefs. On comprend facilement que ce dyke, en soulevant le lit de conglomérat et des stratifications voisines, a dû produire les rejets que nous représentons schématiquement figure 6. Un branchement de diorite a même percé les dépôts sédimentaires vers le quatrième niveau et, les rejetant, vient affleurer à la surface.

La *Meyer and Charlton* possède des couches dont l'inclinaison est très forte, due à l'action d'efforts de soulèvement isolés, qui sont également la cause de la dislocation des reefs dans cette mine (fig. 7). Les failles sont, la plupart du temps, renversées, et cela ne doit guère nous surprendre, en admettant la théorie de M. Carrick, le pendage étant supérieur à 40 degrés.

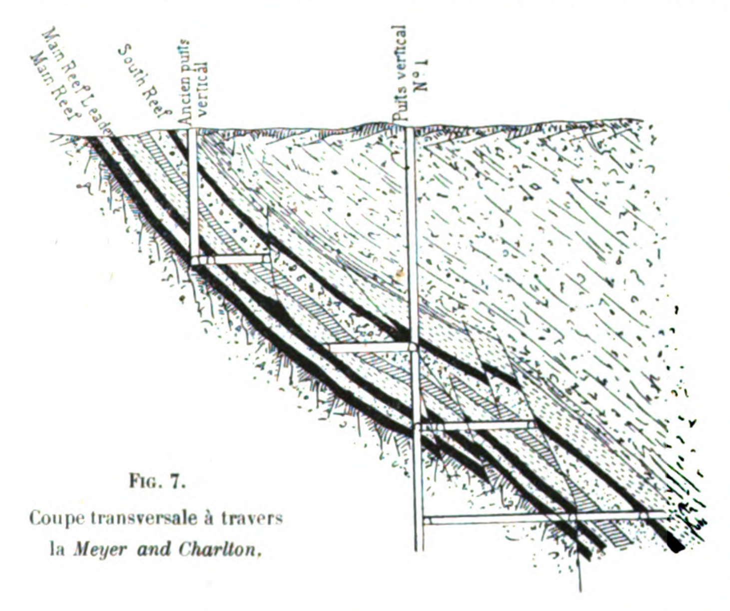


Fig. 7. Coupe transversale à travers la *Meyer and Charlton*.

La *Salisbury* montre un rejet inverse, dû, par simple inspection de la coupe (fig. 8), à l'action d'un gros dyke qui a repoussé d'abord les couches, puis les a brisées, augmentant ainsi leur angle d'inclinaison jusque vers 90° au contact de sa face inférieure. L'intrusion de cette roche ignée a produit une cassure contre la théorie, mais venant confirmer l'hypothèse de M. Carrick.

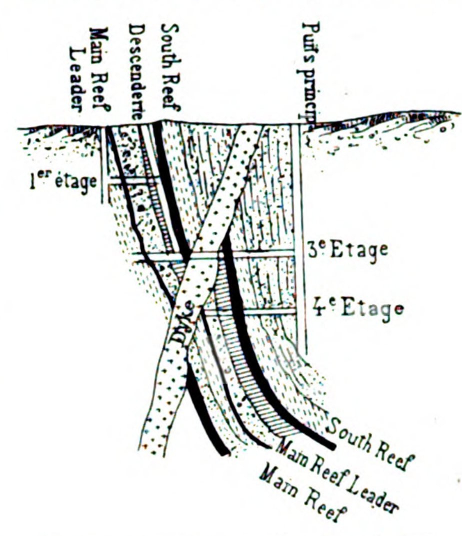


Fig. 8. — Coupe à travers le puits principal de la *Salisbury*.

Nous trouvons un rejet semblable dans la mine *Robinson* (fig. 9). Une coupe à travers l'axe du puits incliné ouest montre deux exemples de cette nature.

Il serait facile de multiplier l'examen des cassures dans les diverses mines du Witwatersrand pour montrer combien l'hypothèse de M. Carrick semble justifiée; mais nous croyons préférable d'attendre

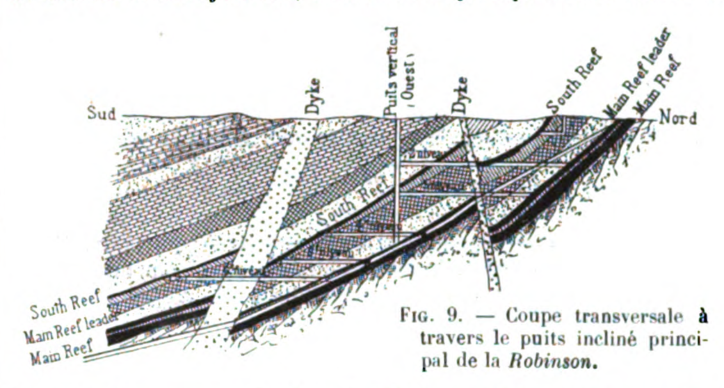


Fig. 9. — Coupe transversale à travers le puits incliné principal de la *Robinson*.

les prochaines communications de l'éminent géologue et ses conclusions sur de nouvelles observations.

F. Schiff,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

CONSTRUCTIONS CIVILES

APPLICATION DU SYSTÈME CANTILEVER

aux combles métalliques.

Il existe déjà de nombreuses applications de ponts cantilevers; la Halle des machines de l'Exposition de Genève, dont nous avons donné dernièrement la description (1), présente une application remarquable et fort heureuse de ce même système aux combles métalliques. Nous croyons intéressant, à ce propos, d'étudier d'une façon générale et aussi simple que possible, quelles sont les dispositions qu'il est préférable d'adopter pour assurer, dans les ouvrages métalliques en général et dans les combles en particulier, l'économie de la matière et la sûreté des calculs de résistance.

L'économie dépend, avant tout, de certains facteurs essentiels, auprès desquels l'influence des formes de l'ouvrage, — sous réserve, naturellement, d'une étude rationnelle, — est secondaire.

Le plus important de ces facteurs est la portée. Lorsqu'un emplacement permet l'installation facile de supports intermédiaires, il est sage de s'en servir et de ne pas se laisser entraîner par des questions d'amour-propre ou d'esthétique inutiles qui conduiraient à l'adoption de combles d'une seule portée, mais d'un prix de revient beaucoup trop élevé; tout dépend, cependant, des circonstances locales, et l'on doit, au contraire, préconiser par exemple l'emploi des fermes sans appuis intermédiaires dans les halles de gares où l'adoption de colonnes pourrait, sur les quais, présenter des inconvénients à la libre circulation et, dans les entrevoies, exposer ces colonnes à être brisées par le choc d'une locomotive ou de wagons déraillés.

Au point de vue de l'économie, la hauteur disponible joue également un rôle fort important, car on sait combien les poutres en fer s'alourdissent lorsqu'elles doivent affecter, du fait des sujétions locales, des formes ramassées.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 1, p. 1.

Enfin on doit envisager également la question de savoir si les supports sont susceptibles de se prêter à des réactions obliques ou d'offrir des points d'attache multiples et des encastrements.

Ces considérations générales étant établies, supposons que l'on ait à franchir l'espace compris entre deux culées absolument fixes distantes entre elles d'une longueur l, la hauteur libre au-dessus des naissances étant égale à h. La première idée qui se présentera à l'esprit sera de disposer la matière suivant une *courbe funiculaire*, de telle façon qu'elle se soutienne elle-même dans l'espace ou que, plus explicitement, la partie métallique résistante soit capable de supporter son propre poids et celui des surcharges disposées suivant la même loi.

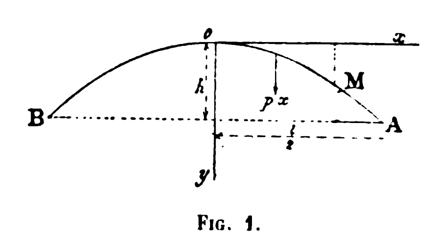


Fig. 1.

L'arc partiel OM (fig. 1) portant px au milieu de l'abscisse x du point M et soumis, de plus, en O, à une pression ou poussée T, donne, pour l'équilibre de rotation autour de M :

$$Ty = \frac{px^2}{2}.$$

C'est l'équation d'une parabole. En l'appliquant au point A dont les coordonnées sont $\frac{l}{2}$ et h, cette équation donne pour T la valeur :

$$T = \frac{pl^2}{8h}.$$

En M un élément d'une longueur ds subit un effort égal à :

$$T\,\frac{ds}{dx}$$

Si on appelle α le rapport du poids spécifique de la matière à son coefficient de résistance pratique (par exemple, pour un métal de poids spécifique égal à 7800 et travaillant à 8 kilogr. par millimètre carré $\alpha = 0{,}000975$), l'arc BOA entier pèsera :

$$2\alpha T\int_0^{\frac{1}{2}l}\left(\frac{ds}{dx}\right)^2 dx = 2\alpha T\int_0^{\frac{1}{2}l}\left[1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right]dx = \frac{\alpha pl^3}{8h}\left(1+\frac{16h^2}{3l^2}\right).$$

Le minimum de cette formule a lieu pour $h = \frac{l\sqrt{3}}{4}$ et est égal à :

$$\frac{\alpha pl^2}{\sqrt{3}}.$$

Quoique purement théoriques, ces formules vont nous permettre de faire des comparaisons entre les différents systèmes en faisant abstraction, naturellement, des coefficients pratiques dont on devrait, en réalité, tenir compte pour assurer la rigidité, établir les couvre-joints, etc. Dans un pont, par exemple, la charge serait reçue par des longerons et transmise à l'arc par les différentes pièces des tympans; mais, dans un comble, l'arc reçoit l'attache des pannes et se trouve directement chargé par elles.

Après l'arc simple, on doit envisager l'arc armé ou *bowstring*, applicable dans les cas où les supports doivent être affranchis de toute poussée. Si le tirant est dirigé suivant la corde de l'arc, il subit une tension constante égale à T et le poids total de l'arc est alors égal à $\frac{\alpha pl^3}{4h}\left(1+\frac{8h^2}{3l^2}\right)$. Le minimum de cette valeur a lieu pour $h = \frac{l}{2}\sqrt{\frac{3}{2}}$ et est égal à $\alpha pl^2\sqrt{\frac{2}{3}}$. On suppose encore, dans ce cas, que la charge porte directement sur l'arc; si elle reposait sur la corde formant, par

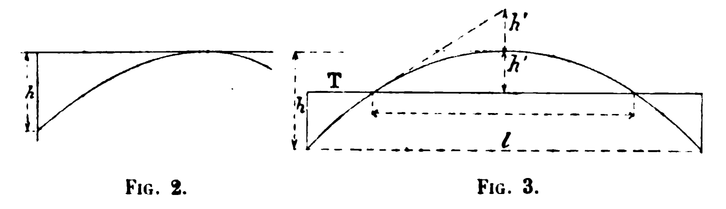


Fig. 2. Fig. 3.

exemple, le longeron d'un tablier de pont, il faudrait la reporter sur l'arc au moyen d'un rideau métallique équivalent en surface à $\frac{2}{3}\,lh$, pouvant supporter p par mètre courant et pesant, par conséquent, $\frac{2}{3}\alpha plh$; mais nous ferons abstraction de cet élément.

Imaginons maintenant que ce même tirant soit élevé jusqu'à devenir tangent au sommet de l'arc, qu'il soit attaché en ce dernier point ainsi qu'aux culées; il supportera le même effort et conservera le même poids, mais nous aurons alors, au lieu d'un *bowstring* ne donnant lieu à aucune poussée, deux *consoles* ancrées dans les maçonneries (fig. 2). Les culées auront à supporter des efforts horizontaux, mais la poutre pourra être interrompue en son milieu, à supposer toutefois que l'on y trouve un avantage. Quant aux tympans, si l'on doit les remplir par un rideau métallique, il est à remarquer que leur surface est moitié moindre que dans le cas précédent, mais qu'ils travailleront par compression pour transmettre à l'arc les charges portées par les longerons.

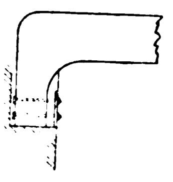


Fig. 4.

D'une manière plus générale, déplaçons (fig. 3) verticalement le tirant des bowstrings d'une quantité quelconque $h - h'$, de façon à constituer *deux consoles supportant entre elles un bowstring central* de hauteur h' et de longueur $l\sqrt{\frac{h'}{h}}$. Le rapport du carré de cette portée réduite à la flèche h' étant égal à $\frac{l^2}{h}$, la tension ou poussée conserve la même valeur que dans le bowstring primitif. En outre, comme chacune des consoles supporte en son extrémité une force verticale égale à la moitié du poids du bowstring, c'est-à-dire $\frac{pl}{2}\sqrt{\frac{h'}{h}}$, il faut que l'effort de retenue combiné avec cette force donne une résultante tangente à la parabole, ce qui donne, pour la valeur de cet effort, $T = \frac{pl^2}{8h}$. Par conséquent, en négligeant l'aire des tympans, il n'y a, en réalité, rien de modifié dans le prix de revient du système matériel qui est indépendant de h'.

Examinons maintenant les conditions théoriques dans lesquelles se présente une *poutre droite* de longueur l et de hauteur h. Tout d'abord, chacune des deux plates-bandes supporte, en un point dont le moment fléchissant est μ, un effort égal à $\frac{\mu}{h}$; elles pèsent ensemble, par conséquent, par mètre courant $2\frac{\alpha\mu}{h}$. Quant au treillis, en le supposant établi à 45°, il pèsera $2\alpha F$ par mètre courant, F étant la valeur de l'effort tranchant.

Pour une poutre simplement posée sur appuis et supportant une charge permanente p par mètre courant, l'aire des moments fléchissants est égale à $\frac{pl^3}{12}$, et celle des efforts tranchants à $\frac{pl^2}{4}$; par suite, la poutre entière d'égale résistance pèsera $\frac{\alpha pl^2}{2}\left(\frac{l}{3h}+1\right)$. Si, dans cette formule, il n'apparaît pas de limite avantageuse pour la hauteur, cela tient à ce que l'on a fait théoriquement abstraction de la rigidité du treillis et, du reste, si on augmentait trop la hauteur, les barres supposées à 45° de ce dernier ne pourrraient plus joindre les deux plates-bandes. Nous avons donné, sur ce même sujet, une formule plus complète dans un mémoire sur les *Types fondamentaux de poutres métalliques et le système cantilever* (1).

Si la poutre est encastrée dans les culées, la courbe des moments prend un aspect analogue à celui de la figure 3, dans laquelle on ferait $h' = \frac{h}{3} = \frac{pl^2}{24}$; l'aire des moments se réduit alors à $\frac{pl^3}{18\sqrt{3}}$, tandis que les efforts tranchants conservent la même valeur. Dans ces conditions, le poids de la poutre devient égal à $\frac{\alpha pl^2}{2}\left(\frac{2l}{9h\sqrt{3}}+1\right)$, non compris les organes d'encastrement.

Comparaison entre les différents systèmes précédents. — Afin de comparer ces divers systèmes à égalité de hauteur, posons $\frac{h}{l} = m$ et négligeons le facteur $\frac{\alpha pl^2}{4}$; on trouve alors, comme nombres proportionnels aux poids, les chiffres renfermés dans le tableau suivant :

		$m = \frac{1}{20}$.	$m = \frac{1}{10}$.	$m = \frac{1}{5}$.	$\frac{1}{2}$.
Arc simple	$\frac{1}{2m}+\frac{8}{3}m$	10,13	5,27	3,03	2,33
Bowstring ou pont-console .	$\frac{1}{m}+\frac{8}{3}m$	20,13	10,27	5,53	3,33
Poutre posée sur appuis . .	$\frac{2}{3m}+2$	15,33	8,67	5,33	3,33
Poutre encastrée.	$\frac{4}{9m\sqrt{3}}+2$	7,13	4,57	3,28	2,51

L'arc simple fournit donc la solution économique la plus avantageuse, à condition, toutefois, que la flèche soit suffisante, car autre-

(1) *Annales des Ponts et Chaussées*, 1891.



ment la poutre encastrée peut être préférable. Pour la montée la plus favorable, c'est-à-dire pour $m = 0,433$, l'arc pèserait seulement $2,309 \frac{\alpha p l^2}{4}$, tandis qu'une poutre encastrée de même hauteur pèserait $2,393 \frac{\alpha p l^2}{4}$. On voit également qu'à égalité de hauteur le bowstring semble coûter plus cher que la poutre droite posée sur appuis; mais cette inégalité n'est qu'apparente, car il convient, pour les prix de revient, de comparer les poutres, non pas d'après leur hauteur totale, mais d'après leur hauteur moyenne. En tenant compte de cette réserve, une poutre parabolique de surbaissement m pourra rivaliser avec une poutre droite dans laquelle m serait remplacé par $\frac{2}{3} m$ et dont le nombre proportionnel deviendrait, par conséquent, égal à $\frac{1}{m} + 2$, laissant un certain avantage au bowstring qui, d'ailleurs, paraît plus apte à résister au gauchissement.

Il faut également considérer la hauteur moyenne pour comprendre comment il se fait que, d'après le tableau précédent, les ponts-consoles semblent coûter aussi cher que les bowstrings, au lieu de présenter sur ces derniers une économie due à l'encastrement. La poutre droite encastrée, ainsi que le montre sa courbe des moments, équivaut, elle aussi, à un système cantilever, car on peut la supposer interrompue en ses points d'inflexion et soutenue en ces points par un simple lien. Dans ce cas, la maçonnerie en refoulant la membrure étirée par la flexion et en exerçant une traction sur celle soumise à la compression, donne un certain avantage à la poutre, puisque rien n'est sacrifié sur la hauteur des sections résistantes.

Il n'en est plus de même si l'on compare la figure 3 avec le bowstring de hauteur h : on a bien, il est vrai, dans ce cas, substitué un encastrement à l'appui simple, mais on a, en même temps, diminué de beaucoup la hauteur moyenne entre l'arc et la corde, et cela sans y avoir été obligé par le manque d'espace, car l'on pourrait, en cas de besoin, pour dégager le dessous de la poutre, retourner les consoles et les placer au-dessus du tablier. Supposons $h' = \frac{h}{3}$ et égalisons les aires des tympans des deux systèmes : nous serons conduit, pour cela, à prendre, pour les valeurs de m et h du cantilever, des dimensions qui égalent $\frac{3}{2}\sqrt{3}$ ou 2,598 fois celles adoptées pour le bowstring ; ce dernier étant caractérisé par la formule $\frac{1}{m} + \frac{8m}{3}$, le pont-console correspondant le sera par $\frac{2}{3m\sqrt{3}} + 4m\sqrt{3}$, expression qui, pour $m = \frac{1}{20}, \frac{1}{10}, \frac{1}{5}, \frac{1}{2}$, devient égale à 8,04, 4,54, 3,31, 4,23.

Ces valeurs, comparées à celles obtenues dans le tableau précédent, font ressortir les conditions favorables de l'encastrement, sous réserve, toutefois, que la hauteur de la poutre ne soit pas exagérée au point de rendre complètement vicieuse la constitution de la membrure arquée.

Constitution de l'encastrement. — Les avantages de l'encastrement se trouvant ainsi nettement démontrés, voyons quels dispositifs on peut employer pour le réaliser.

D'une manière générale, il faut y renoncer pour les travées isolées, car, dans ce cas, on se heurte, soit aux petits déplacements éventuels que peuvent éprouver les appuis, soit aux effets de dilatation dus aux variations de température.

Avant d'étudier en détail l'influence de la dilatation, nous insisterons, en passant, sur la nécessité qu'il y a d'éliminer, autant que possible, dans les constructions métalliques, les sujétions extérieures. Depuis quelque temps déjà, sous la double inspiration des considérations pratiques et des constatations dues aux théories perfectionnées, on est entré dans une voie de réformes sérieuses en mettant à profit les enquêtes ouvertes à propos de la chute de ponts mal établis pour faire vérifier, par les Ingénieurs les plus compétents, si certains efforts secondaires, négligés par l'auteur du projet au moment de l'établissement du pont, ne pourraient être la cause de l'accident. Malgré cela, plus une théorie devient complexe et s'enrichit d'hypothèses sur l'état initial des pièces gênées ou surabondantes, plus sa concordance effective avec les multiples circonstances de la pratique laisse de doute dans l'esprit. Aussi, loin de s'autoriser du prétexte un peu trop spécieux que tout, aujourd'hui, est calculable, les constructeurs doivent, au lieu de se permettre les agencements les plus compliqués, chercher à éviter, le plus possible, dans les nouveaux ouvrages, les nœuds excentrés, les dilatations gênées, les flambages risqués et les gauchissements ou autres flexions anormales.

Influence des dilatations dues aux variations de température. — Il nous semble illusoire de chercher à contrecarrer les dilatations par des tensions aussi onéreuses qu'inutiles. Ainsi, par exemple, on ne peut avoir aucune confiance dans un étai métallique droit arc-bouté entre deux murs : s'il subit, par l'action des rayons solaires, une augmentation de température de 40°, il subira de ce fait un accroissement d'effort égal à $20\,000 \times 0,000012 \times 40° = 9^{kgs}6$ par millimètre carré ; s'il subit, au contraire, un refroidissement, il pourra se contracter au point de tomber au lieu de continuer à soutenir le mur. On admet, en pratique, que les choses ne se passent pas avec autant de rigueur : il se produit quelque compression ou quelque déplacement dans les murs et dans l'étançon lui-même des flambages auxiliaires; ces hypothèses reviennent à admettre des effets secondaires mal définis. D'ailleurs, dans les ouvrages, on doit compter non plus sur 40, mais sur 60, ou même, sous certains climats, sur 80° de variations de température; aussi, on se rend compte du peu de confiance que l'on doit accorder aux calculs établis pour la construction de certains ponts dont on a prétendu encastrer les arches multiples dans des séries de piles avec ancrage terminal aux culées. Comme exemples, nous pouvons citer le pont d'Arcole à Paris, dont l'ancrage s'est rompu en 1887, trente-deux ans après sa construction, et celui de Szégedin qui a arraché les maçonneries dans lesquelles il était encastré; de semblables ouvrages, à moins de prendre un jeu incompatible avec les résultats qu'on en attend, doivent forcément donner lieu à des accidents de cette nature.

Dans l'arche de Santa-Guistina (Tyrol) (1), on a pris soin de munir la chaîne d'amarrage du longeron d'une vis de réglage qui, théoriquement, devrait être manœuvrée à chaque changement de température; ce système est rationnel, mais les aléas qu'il présente dans la pratique sont plutôt faits pour déprécier le système des encastrements. Les systèmes ne présentant ni vis, ni ancrages, sont bien plus simples et plus sûrs. Quant aux ponts Morand (2) et Lafayette (3), à Lyon, qui sont très surbaissés, leurs constructeurs n'ont nullement songé à les encastrer d'une manière absolue, puisqu'ils les ont munis d'un calage mixte qui implique la possibilité d'un léger mouvement de rotation; cependant M. Tavernier, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, estime (4) que le travail dû aux efforts produits par les variations de température peut s'y élever à 5 ou 6 kilogr. par millimètre carré.

Il importe donc de réagir contre ces errements ; c'est pourquoi, si l'on hésite encore à employer le système à trois articulations dans les ponts étroits et légers, on doit, dans les ouvrages ayant une faible flèche, comme le pont d'Arcole, amincir le plus possible la région de la clef, tandis que, dans les ouvrages ayant une grande hauteur, comme le viaduc de Garabit (5), ce sont les retombées que l'on doit amincir. On peut admettre, en effet, qu'un état de flexion variable, mais continu, atténue les secousses, tandis qu'une disjonction ou discontinuité quelconque dans l'ouvrage, pourrait permettre aux ballottements de prendre naissance. La flexion joue, dans ce cas, un rôle semblable à celui des ressorts qui, dans certains organes de rappel d'instruments de mesure, suppriment les temps perdus et les écarts légers. La caractéristique d'un ressort est de permettre, avec une faible résistance, des déformations d'une certaine ampleur ; aussi, dans un arc, la poussée due aux dilatations variant à peu près en raison inverse du carré de la montée, les arches à grand surhaussement ont-elles une aptitude spéciale à jouer comme des ressorts, peut-on, pour cette raison, leur donner des formes en croissant fortement renflées à la clef. Par contre, l'emploi des articulations ne peut donner lieu à aucune objection, pourvu que l'on puisse démontrer, par le calcul, qu'il ne peut se produire, sous l'action des plus violents efforts, aucune séparation instantanée entre les portions d'arc, car alors l'état de compression persiste toujours et ne fait que varier d'intensité, de sorte que les mouvements moléculaires sont continus ; aussi, actuellement, n'hésite-t-on plus, dans les grands combles curvilignes, à adopter le système à trois rotules.

Pour qu'une travée isolée à poutres droites soit encastrée, il faut que ces poutres se prolongent à l'intérieur des maçonneries et qu'elles soient saisies par ces dernières comme dans un étau ou comme mordues par un couple de forces. Dans un pont construit sur le Ciron (Gironde), Clapeyron avait imaginé de contourner les extrémités de la poutre en forme de talons (fig. 4), serrés contre une plaque de masque au moyen de boulons; mais, avec un pareil système, on ne pourrait s'affranchir des efforts dus aux variations de température que par une manœuvre continuelle des écrous de serrage. Au lieu de munir la poutre d'appendices inférieurs, on peut la prolonger simplement en longueur de telle façon que, tout en pressant sur une plaque de calage au bord de la culée, elle vienne s'ancrer dans la maçonnerie au moyen d'un tirant placé en arrière : il suffira alors, pour assurer la constance des efforts, que l'une des plaques soit munie de rouleaux et que l'ancrage soit doué d'un mouvement pendulaire ; mais, encore, il paraît difficile de garantir longtemps la conservation des couples d'encastrement.

Aussi, est-ce seulement dans les ponts à *travées multiples* que l'on s'est permis de créer des effets d'encastrement au moins partiels, car, dans ce cas, ces effets s'obtiennent par la simple *continuité des poutres*,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XVI, nº 26, p. 499.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XIX, nº 13, p. 201.
(3) Voir le *Génie Civil*, t. XIX, nº 17, p. 269.
(4) Voir les *Annales des Ponts et Chaussées*, septembre 1896.
(5) *Viaduc de Garabit sur la Trueyre*, par Léon Boyer, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Paris, 1888. — — Un volume in-8º jésus de 400 pages, avec un album de 75 planches. — (Voir le *Génie Civil*, t. XIII, nº 14, p. 220).

laissées libres sous les efforts de dilatation. Mais on objecte à ce système le danger qu'il présente de donner naissance, par suite de tassements inégaux dans les piles, à des fatigues imprévues et d'autant plus dangereuses. Ce sont ces considérations qui ont conduit les Ingénieurs à créer le *système cantilever :* c'est un retour à la discontinuité, les coupures de la poutre se trouvant alors placées non plus au droit des appuis, mais aux points d'inflexion propres à la pièce continue : cette solution est naturelle, car il est permis de supprimer le moment résistant à l'endroit où le moment fléchissant s'annule ; ces sections sont alors utilisées pour multiplier et subdiviser les petits glissements dus à la dilatation. Enfin, ce système présente de grands avantages au point de vue du montage en porte à faux, qui peut alors s'opérer sans que l'on soit astreint à des sujétions de raccordements rigoureux et sans que la résistance des pièces puisse être compromise par des incorrections de pose, cette même résistance ne se trouvant, de même, nullement influencée par les tassements que peuvent subir les appuis.

Ces ouvrages articulés se trouvent donc surtout caractérisés par la facilité avec laquelle ils se prêtent aux tassements. Les poutres continues, en laissant de côté les charges mobiles locales, offrent la même courbe de moments, sont également dociles aux efforts dus à la dilatation et se prêtent aussi à des variations de hauteur. Il est vrai que ces poutres prennent naturellement pour guide la courbe des moments fléchissants et qu'en suivant cette dernière de trop près on retombe précisément sur le système cantilever.

Toutefois, si l'on articulait tous les points d'inflexion, on rendrait la construction instable et on dépasserait le degré de flexibilité utile; il suffit, quel que soit le nombre des travées, d'articuler celles-ci de deux en deux seulement. Dans ce cas, les travées que l'on veut conserver rigides, peuvent affecter la forme de poutres droites, si elles sont intermédiaires, ou celle de consoles dont le bras s'allonge jusqu'à la culée, si elles sont situées aux deux extrémités du pont.

Cependant, une travée à poutre trop haute peut paraitre onéreuse; aussi, dans certain cas, on en réduit le plus possible la longueur, à tel point que le groupe formé par l'ensemble des deux piles ainsi rapprochées peut être envisagé comme ne constituant plus qu'une pile unique à encastrement. Cette disparition des travées rigides ne laisse alors subsister que les travées articulées : tel est le cas, par exemple, du pont du Forth [1].

On doit également envisager le cas particulier qui se présente lorsque les deux points d'inflexion viennent à se confondre en un seul, soit que la chose se produise d'elle-même par suite des relations qui peuvent exister entre les portées, soit qu'elle ait été spécialement recherchée afin d'éviter l'emploi d'une poutre libre centrale. En effet, les points de section dans la poutre sont presque complètement arbitraires et, dans les ponts existant actuellement, ils sont loin de coïncider toujours avec les inflexions théoriques; mais, quelle que soit leur origine, qu'il soient le résultat d'un choix rationnel ou celui du hasard, ils influent sur la forme de la courbe des moments en obligeant l'ordonnée à s'annuler : on peut donc, en les choisissant, se permettre une certaine latitude dans leur position, sans que les poutres ne deviennent trop onéreuses.

Au point de vue absolument rigoureux on devrait, lorsqu'on réunit deux articulations en une seule, laisser cette dernière complètement libre, ce qui implique la possibilité de la formation de ressauts; en y plaçant une articulation à emboîtement ovalisée simplement dans le sens horizontal, afin de permettre la dilatation, on altère en réalité le principe même et la mobilité essentielle du cantilever, à moins que, cependant, toutes les travées de l'ouvrage, sauf une, ne soient ainsi dotées d'une articulation simple.

Si c'est dans une des travées de rive que l'on supprime ainsi le tronçon libre de la poutre, le point d'inflexion gagne la culée; cette dernière doit alors disparaître ou, tout au moins, ne pas s'opposer à la flexion élastique : tel est le cas, par exemple, du pont sans culées de Rostock.

La différence essentielle entre la charpente d'un comble et celle d'un pont réside dans les versants ou pentes que doit affecter la première ainsi que dans les conditions que doivent remplir les piliers. Alors que le vent n'a d'influence sur un viaduc qu'autant qu'il souffle transversalement, il agit sur une couverture en la poussant dans le sens longitudinal des fermes. D'autre part, lorsqu'on fait reposer ces fermes sur des piliers intermédiaires, on désire toujours qu'ils soient élancés et peu encombrants : aussi la poussée du vent dans ce cas, n'est-elle plus négligeable.

Dans les *combles d'une seule portée*, les systèmes les plus économiques à adopter sont ceux des types de Dion ou Contamin affectant la forme de cintres curvilignes à trois articulations. Les plus beaux exemples de ces types sont fournis par le Palais des Machines de l'Exposition de 1889 à Paris [2] et celui des Manufactures et des Arts Libéraux de l'Exposition de Chicago [3]. Les retombées des arcs se trouvant alors placées au ras du sol, sur de solides fondations, permettent de supprimer les tirants et, pour assurer le contreventement, on élargit la courbe de l'arc, que l'on constitue au moyen de deux nervures reliées entre elles par un treillis.

Si, au lieu d'abaisser les naissances au niveau du sol, on tient, au contraire, à les élever à la partie supérieure des murs ou colonnes que peut comporter l'édifice, il faut, pour détruire la poussée de l'arc, armer ce dernier et le transformer ainsi en un *bowstring* roulant sur l'un des appuis et pouvant affecter, par exemple, une forme lenticulaire concave-convexe; dans ce cas, le contreventement se place entre l'arc et la corde.

Si l'on désire transformer la forme curviligne de l'extrados en une ligne brisée, on se trouve amené à remplacer l'arc armé par un triangle constitué par des arbalétriers armés d'étais ou de contre-fiches plus ou moins nombreux : on peut donc considérer les *fermes Polonceau* comme une dégénérescence du bowstring.

(A suivre.)

Jules GAUDARD,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Professeur à l'École d'Ingénieurs de Lausanne.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. II, VI, VIII, IX, XII, XV et XVI.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. X, XI, XII, XIII et XIV.
(3) Voir le *Génie Civil* t. XXI, n° 25, p. 392.

CHEMINS DE FER

PONTS-LEVIS ÉQUILIBRÉS, POUR VOIES FERRÉES, établis en Amérique.

Nous nous proposons de donner ici quelques renseignements [1] sur deux ponts-levis à contrepoids, pour voies ferrées, établis en Amérique d'après le principe déjà utilisé dans l'exploitation des mines, et qui consiste à équilibrer à chaque instant la charge variable de la masse à déplacer, au moyen de chariots pesants roulant sur une courbe de forme déterminée.

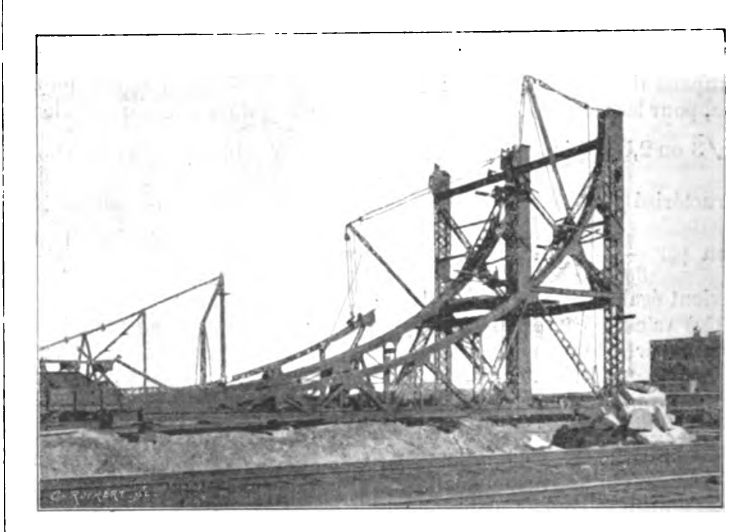


FIG. 1. — Vue d'un pont-levis équilibré, en construction sur la ligne du Chicago and Northern Pacific Railroad.

I. — Le premier de ces ouvrages (fig. 1), construit sur la ligne du Chicago and Northern Pacific Railroad, permet de franchir le bras méridional de la rivière Chicago, à Blue Island, et de laisser passage, au besoin, à la navigation.

A cause de la trop grande proximité du Pan Handle Road en ce point, il était impossible d'établir un pont tournant d'une seule travée; d'autre part, un double pont tournant eût coûté trop cher. On décida alors de construire un pont-levis dont le tablier est équilibré par un contrepoids qui se déplace sur une courbe en forme d'arc d'ellipse.

Le système d'équilibrage se compose de trois piliers verticaux; celui du milieu est doublé. Du sommet de ces piliers partent quatre chemins de roulement de forme elliptique sur lesquels se meuvent des chariots servant de contrepoids. Le pont reçoit quatre voies ferrées; il comprend deux travées extrêmes de 18m40 de portée chacune et d'une travée centrale de 10m36. Actuellement une seule des deux travées extrêmes se relève au moyen du système équilibré construit sur la rive correspondante, mais on se propose d'établir plus tard, sur la rive opposée, si les besoins de la navigation l'exigent, un système semblable destiné à relever l'autre travée extrême.

Les piliers verticaux qui soutiennent les poutres de guidage des chariots ont une hauteur totale de 19m75. La distance entre leurs bases et l'extrémité inférieure des chemins de roulement est de 30m20. Le tablier mobile, large de 18m15, est constitué par huit

(1) D'après le *Scientific American* (nos du 6 juin et du 28 novembre 1896).

longerons d'une longueur de 21m35, et d'une hauteur de 1m88; leur poids est d'environ 9 700 kilogr. pour chacun d'eux.

Des poulies à gorges sont disposées au sommet de chaque pilier, et reçoivent les câbles qui relient les contrepoids au tablier mobile. Ces câbles, en acier, ont une épaisseur d'environ 6mm5.

La manœuvre se fait au moyen de chaînes, attachées aux longerons, passant sur les poulies supérieures, et mues par un treuil placé sur un plancher établi entre les voies de roulement et les piliers. Chacun des trois contrepoids pèse 24 270 kilogrammes.

Lorsque le pont est abaissé, le poids du tablier l'emporte sur la charge des contrepoids, et c'est par un effort développé au treuil que le mouvement de relevage peut commencer à s'effectuer; mais quand le tablier a été complètement relevé pour le passage des bateaux, l'action de la charge des chariots est prédominante, et maintient le pont dans la position verticale; il faut alors un nouvel effort au treuil pour déterminer la descente du tablier. Le treuil, habituellement manœuvré par une machine, peut aussi, au besoin, être mû à la main.

II. — Un autre ouvrage reposant sur le même principe a été construit récemment sur la *Berry's Creek*, près de Rutherford, pour la ligne du chemin de fer de l'Érié (fig. 2). Le bras de mer est franchi au moyen de deux travées fixes, de 15m24 de longueur, et d'un pont-levis de 9m75, d'axe en axe des piles. La plate-forme comporte quatre voies ferrées, et la largeur du tablier mobile est de 13m40 d'axe en axe des poutres de rive. En raison de la grande disproportion de cette dimension comparée à la portée de la travée, on a jugé préférable de relever celle-ci au lieu de la faire tourner pour ouvrir un passage à la navigation.

Le pont-levis proprement dit consiste en un système de quatre poutres de fers plats ordinaires placés au-dessous de chacun des rails. Ces poutres, formant entretoises, sont assemblées aux deux poutres de tête, et l'ensemble forme, dans les mouvements du tablier, un système indéformable.

Les câbles de levage sont attachés aux extrémités de la poutre de tête extérieure, ainsi que les câbles des contrepoids. Des contre-fiches en treillis, établies aux deux côtés du tablier, le renforcent et s'opposent à la flexion pendant sa manœuvre. Les charnières sont disposées aux extrémités de la poutre transversale de culée; elles supportent la réaction due à la charge du tablier en mouvement par l'intermédiaire de contre-fiches semblables à celles dont il a été question plus haut, sauf qu'elles sont constituées par des fers plats et des cornières.

Le pont-levis est équilibré par des masses pesantes roulant sur des voies dont la courbure est telle que le travail opéré par ces masses en se déplaçant d'une position à une autre soit constamment égal au travail à produire pour déplacer le tablier de l'angle correspondant.

Si les contrepoids descendaient verticalement, ils feraient prendre au système un mouvement accéléré, et le tablier serait projeté violemment contre les piliers verticaux supportant l'appareil compensateur, car la charge des contrepoids resterait constante, et la résistance du tablier irait en diminuant. La courbure des chemins de roulement est calculée de façon que les contrepoids équilibrent à chaque instant la résistance du pont-levis. Toutefois, les masses compensatrices sont sensiblement inférieures au poids total du tablier mobile, la différence servant à produire l'abaissement du pont. Le rôle des câbles de levage est de produire l'effort nécessaire à vaincre cette différence de poids pour produire le mouvement de montée. Ces câbles passent sur des poulies de 0m584 de diamètre, établies au sommet des piliers, et ils sont actionnés par des manivelles mues à la main, et installées à la base de ces piliers. Les deux poulies sont rendues solidaires au moyen d'un arbre et d'un système d'engrenages, afin de régulariser l'effort développé aux manivelles.

Les masses compensatrices, du poids de 25 tonnes environ chacune, sont constituées par deux séries de neuf disques de fonte, de 1m83 de diamètre, massifs, sauf qu'ils portent quatre logements dans lesquels on peut placer des poids additionnels pour régler la charge.

Les chemins de roulement sont formés de deux poutres cannelées présentant une rainure de 0m381 de largeur, et assemblées aux piliers verticaux et à la poutre inférieure au moyen de contre-fiches et de tirants en treillis. Les deux pans ainsi constitués sont contreventés par un poitrail en treillis d'une hauteur de 4m88. Les extrémités de ces pans qui se trouvent en bordure de la rive sont ancrées dans la maçonnerie de la culée par deux boulons d'une épaisseur de 44mm5.

Les câbles de levage ont 14mm3 et les câbles d'attache des contrepoids ont 44mm5 de diamètre. Ces derniers sont constitués par six torons de 19 brins, enroulés autour d'une âme en chanvre.

Le poids total du tablier mobile est de 62 650 kilogrammes, et on peut régler les poids compensateurs assez exactement pour qu'un seul homme puisse, au besoin, ouvrir et fermer le pont-levis en trois ou quatre minutes.

E. B.

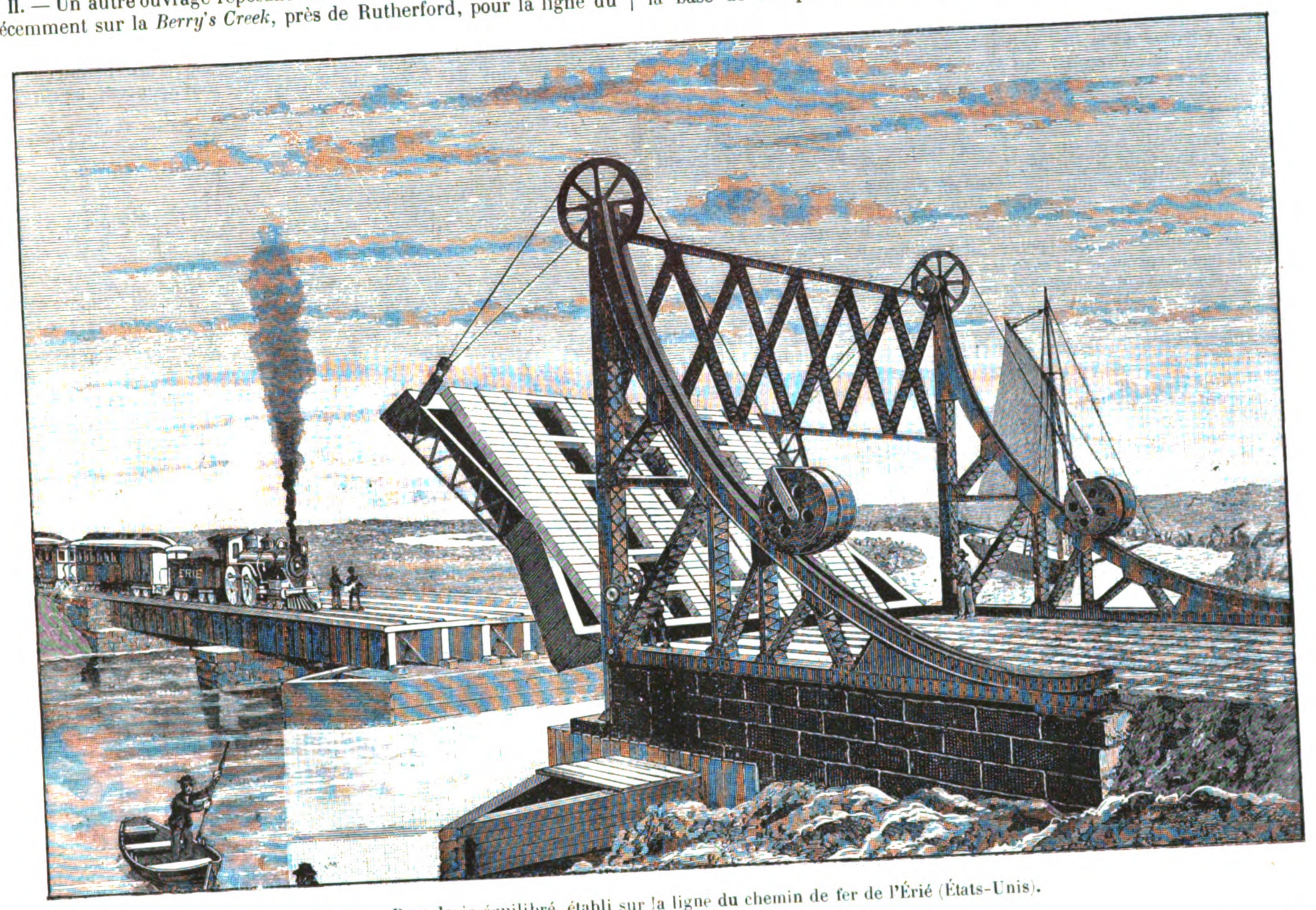


Fig. 2. — Pont-levis équilibré, établi sur la ligne du chemin de fer de l'Érié (États-Unis).

INFORMATIONS

Le plus profond puits du monde.

M. Ch. Zundel a fait dernièrement, à la Société industrielle de Mulhouse (1), une intéressante communication sur le sondage effectué récemment à Paruschowitz, près de Rybnik (Haute-Silésie), et qui constitue le puits le plus profond creusé jusqu'ici par la main de l'homme. Ce sondage a, en effet, été descendu jusqu'à 2 003m 34 au-dessous de la surface du sol, tandis que le sondage exécuté il y a quelques années à Schladebach, près de Leipzig, et qui détenait précédemment le record de la profondeur, ne descend qu'à 1 748 mètres. Toutefois, le niveau du sol à Paruschowitz étant de 152 mètres plus élevé qu'à Schladebach, l'exécution du nouveau sondage n'a permis de se rapprocher du centre de la terre que de 103m 34.

Entrepris pour établir les droits de l'État sur des gisements de houille, le sondage de Paruschowitz a révélé l'existence de quatre-vingt-trois couches de charbon, dont quelques-unes très puissantes, et dont l'ensemble formerait une épaisseur de 89m 50. Il a, en outre, fourni des renseignements géologiques très intéressants.

Commencé avec un diamètre de 0m 32, avec des tubes ayant 10 millimètres d'épaisseur, le sondage a été ainsi descendu jusqu'à 70 mètres de profondeur, puis, sur 107 mètres, son diamètre a été réduit à 0m 27. A partir de là, les marnes bleues rencontrées étaient si compactes qu'il fallut recourir au forage au diamant. De plus, sous l'action de l'eau du sondage, ces marnes se gonflaient et comprimaient tellement les tubages que leur enfoncement devenait très pénible et qu'on était obligé de réduire peu à peu le diamètre du tubage. Des sables mouvants rencontrés vers 200 mètres de profondeur causèrent aussi beaucoup de difficultés.

Le plus grand obstacle dans ces sondages à grande profondeur est le poids énorme qu'atteignent les tiges de forage. On a tâché de le diminuer en remplaçant le fer par l'acier et, cependant, à 2 000 mètres de profondeur, leur poids total atteignait 13 707 kilogr. Aussi n'est-il pas surprenant qu'avec un poids pareil et une telle longueur, il se soit produit des ruptures de tiges. C'est, du reste, un accident de cette nature qui empêcha de continuer le sondage : 1 343 mètres de tiges étant tombées au fond et s'étant arc-boutées dans une partie non tubée, il fut impossible de les retirer et le sondage dut être abandonné. Le diamètre du puits était encore de 0m 069 et celui des noyaux extraits, de 0m 045.

On a observé que, tandis qu'à la surface du sol la température était de 12° 1 C., elle atteignait 69° 3 C. à 2 003 mètres de profondeur, ce qui donne en moyenne une augmentation de 1° pour 34m 14 de profondeur. Ce chiffre est peu différent de ceux fournis par les grands sondages exécutés jusqu'ici : ainsi, à Schladebach, l'accroissement moyen de température de 1° correspond à une profondeur de 35m 45; à Sperenberg, près de Berlin, dans un sondage de 1 269 mètres de profondeur, l'augmentation est de 1° pour 32m 51. Au puits artésien de Grenelle, à Paris, qui a 548 mètres de profondeur, et qui fournit l'eau à 27° 70, on estime que l'accroissement de chaleur de 1° correspond à une profondeur de 31m 83.

Le sondage de Paruschowitz, commencé le 26 mars 1892, est arrivé à 2 003 mètres le 17 mai 1893, ce qui correspond à 399 jours de travail et à un avancement journalier de 5m 01. Les dépenses se sont élevées à 94 000 francs, soit à 47 francs environ par mètre courant. Ces résultats sont autant remarquables au point de vue de la rapidité d'exécution que du prix de revient, et font espérer qu'on pourra atteindre sans trop de difficultés des profondeurs beaucoup plus grandes.

Note sur l'électro-déposition de l'or.

Le procédé Siemens et Halske pour la précipitation de l'or dans des solutions de cyanure a été introduit au Transvaal en 1894 seulement, et depuis cette date les progrès réalisés par cette méthode, qui a été déjà décrite dans le *Génie Civil* (2), permettent, actuellement, de la considérer comme aussi économique que le procédé Mac Arthur Forrest pour le traitement des tailings ou des minerais pauvres. La valeur pratique du procédé électrolytique a été cependant mise en doute par certains spécialistes à Johannesburg. Nous nous proposons d'examiner ici cette méthode en nous basant sur les derniers résultats acquis.

Au début de l'emploi de la cyanuration, le procédé Mac Arthur Forrest, c'est-à-dire l'emploi du zinc comme précipitant, présentait surtout le grand avantage de la simplicité entre des mains inexpérimentées. Mais les temps des tâtonnements sont passés et l'on préfère confier aujourd'hui la direction des usines à des hommes du métier, afin d'arriver à une économie notable dans le traitement rationnel des minerais.

On sait que l'avantage préconisé par le procédé Siemens est l'emploi de solutions très étendues de cyanure. Or, dans la majorité des mines du Witwatersrand, le degré de concentration de la liqueur cyanurique n'a qu'une influence négligeable sur le degré d'extraction de l'or, c'est-à-dire que, dans un espace de temps sensiblement égal, une solution à 0,05 °/o de cyanure extrait à peu près la même quantité d'or du minerai qu'une solution à 0,30 °/o. Ce n'est que dans des cas spéciaux où le minerai renferme, par exemple, de l'or moins finement divisé ou bien contient une plus grande quantité de *cyanicides* (agents destructeurs de la liqueur cyanurique, tels que fer, cuivre, etc.), qu'on doit avoir recours à des solutions concentrées de cyanure. On peut donc dire que, dans le procédé Siemens, les solutions cyanuriques fortes sont l'exception, tandis que, dans la précipitation par le zinc elles forment la règle, pour la bonne raison que le zinc ne précipite l'or des solutions qu'à partir d'un certain degré de concentration du cyanure.

Quant à la quantité de cyanure consommée, elle dépend essentiellement :

1° De la décomposition durant le lessivage des tailings, due à la composition chimique de ces derniers, décomposition qui croît avec le degré de concentration de la solution;

2° De la décomposition durant la précipitation. Dans le cas de l'électrolyse, cette décomposition est la même pour des solutions faibles et des solutions fortes, tandis que, dans le cas du zinc, elle augmente avec la concentration de la liqueur employée;

3° Des pertes par les cuves, dans les résidus. Toutes choses égales d'ailleurs, il est certain que de ce chef la perte est proportionnelle au degré de concentration du cyanure.

Il en résulte qu'il y a avantage à employer des solutions étendues que l'électrolyse permet de traiter; toutefois, avec des liqueurs plus concentrées, l'action du courant est tout aussi efficace que le zinc.

Frais d'exploitation. — Les frais d'exploitation d'une usine électrolytique traitant 500 tonnes de tailings par jour, peuvent se répartir comme suit :

Transport	£.	0.10
Cyanure		0.3,4
Chaux		0.0,5
Main-d'œuvre blanche		0.5
Main-d'œuvre nègre		0.1,9
Combustible et vapeur		0.4
Plomb		0.1,5
Fer		0.0,3
Entretien et réparations		0.0,5
Frais généraux, etc.		0.3,3
		2.6,3

D'après M. von Gernet, les frais d'une usine établie d'après la méthode Mac Arthur Forrest ne seraient guère inférieurs à 2 sh. 11 d. 6 par tonne, d'où il ressort que l'économie par tonne, par le procédé électrique, est de 5,3 pence, soit environ 10 centimes.

F. S.

Machine pour contrôler la qualité des lubrifiants.

Il est utile, en dehors des procédés physiques et chimiques actuellement en usage, de pouvoir déterminer pratiquement la qualité des

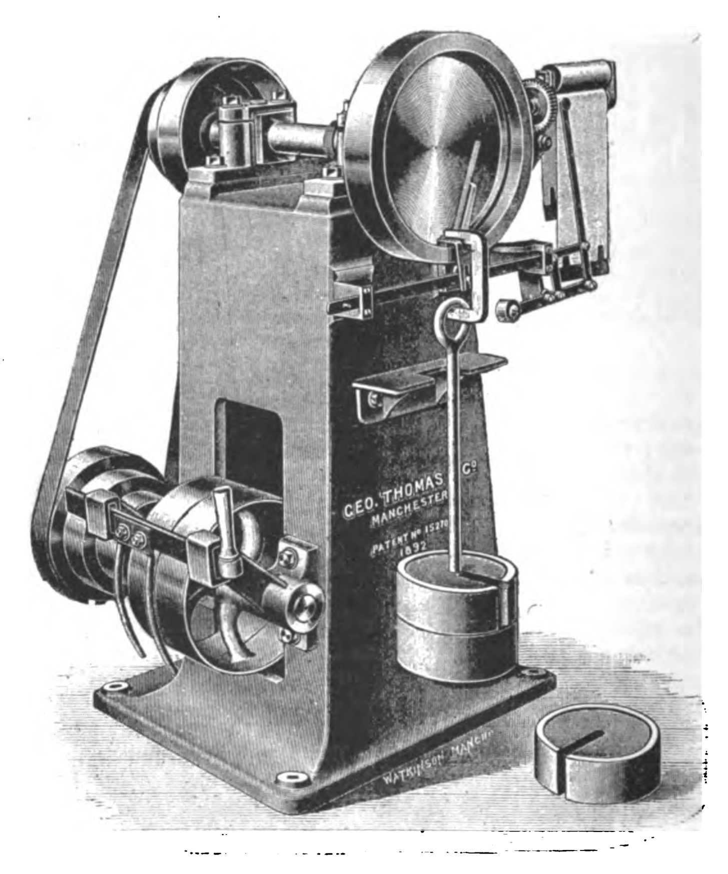


Fig. 1. — Machine pour contrôler la qualité des lubrifiants.

lubrifiants employés dans les machines. MM. Thomas et Cie, de Manchester, viennent d'établir, dans ce but, un appareil très simple qui

(1) *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, juin, 1896.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXVI, n° 17, p. 258.



permet de déterminer exactement le pouvoir lubrifiant d'un corps quelconque, placé dans les mêmes conditions de température et de vitesse que celles où il doit être employé dans la pratique.

Cette machine (fig. 1) se compose d'une roue à gorge intérieure montée sur un arbre horizontal, pouvant, au moyen d'une poulie-cône, recevoir différentes vitesses; dans la gorge de cette roue se trouve suspendu un étrier que l'on peut charger à volonté au moyen de poids mobiles et qui commande, au moyen d'une fourchette, la tige d'un indicateur à diagramme actionné par un engrenage monté sur l'arbre de la machine. Pour procéder à un essai, on verse dans la gorge une quantité déterminée du corps à étudier, on donne à la roue une vitesse aussi approchée que possible de celle à laquelle tourne la machine où ce corps doit être utilisé, puis on charge l'étrier et, au moyen d'un réchauffeur spécial muni d'un thermomètre, on maintient la température de la gorge au même degré que celle à laquelle le lubrifiant doit être employé.

La roue, en tournant, entraîne l'étrier, jusqu'à ce que le poids de ce dernier fasse équilibre à la résistance due au frottement; la pointe de l'indicateur, en se déplaçant, fournit un diagramme donnant l'indication exacte du coefficient de la puissance de lubrification du corps en essai. En faisant varier la température, la vitesse et le poids appliqués, on obtient, pour un même lubrifiant, des diagrammes différents qui peuvent fournir aux industriels des indications d'autant plus précieuses que la totalité du produit essayé est utilisée; ces indications se rapportent donc très exactement à la quantité totale de lubrifiant mise en essai.

Machine pour essayer les tubes coudés.

Avec les pressions de plus en plus élevées que l'on emploie actuellement dans les machines à vapeur, les explosions de conduites de vapeur deviennent de plus en plus fréquentes et dangereuses; aussi ne saurait-on trop en recommander l'essai avant leur mise en service, principalement en ce qui concerne les pièces coudées dans lesquelles le métal, par suite des efforts moléculaires qu'il a pu subir au cours de la fabrication, présente des conditions de résistance très défectueuses.

M. C. Wons signale à ce sujet, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, une machine à essayer les tubes coudés à la presse hydraulique (fig. 1 à 4), et qui se compose essentiellement d'une pièce A

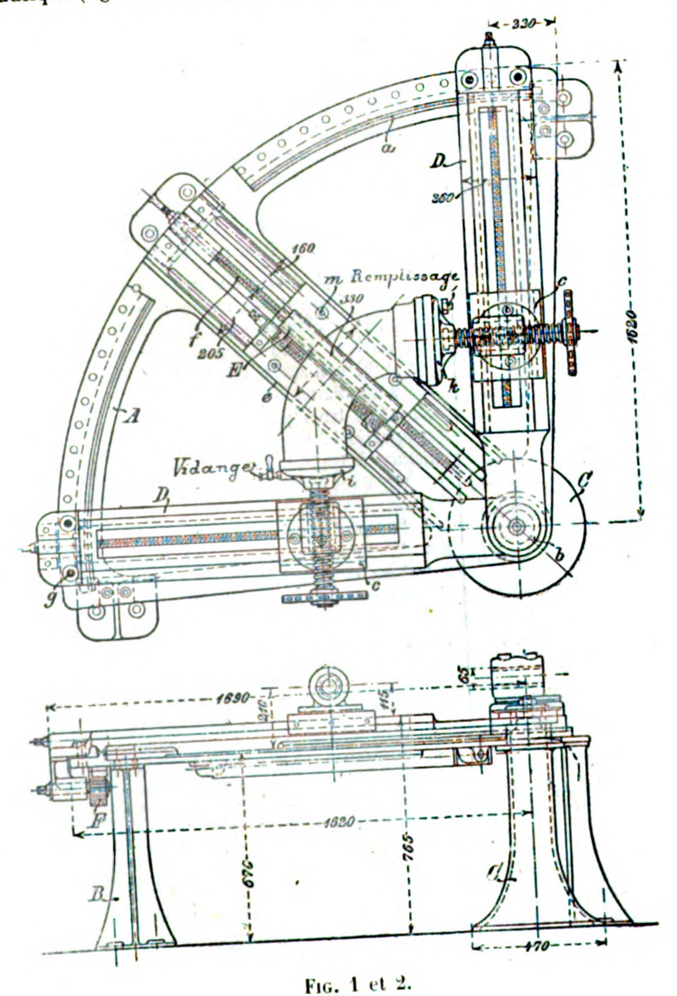


Fig. 1 et 2.

en forme de quart de cercle portant, sur sa face supérieure, un guide prismatique *a* servant de chemin de glissement à deux flasques D montées sur un même axe vertical *b*; l'ensemble de l'appareil est supporté par trois pieds en fonte B et C. Chacune des deux flasques D porte un chariot mobile *c* que l'on peut déplacer au moyen d'une vis de rappel.

L'arc de cercle A est réuni, en son milieu, avec le montant C par une pièce à nervures *e* sur laquelle peut se déplacer également, au moyen d'une vis de rappel, un chariot portant un étau à guillotine E destiné à serrer la pièce à essayer.

Les deux flasques D peuvent être amenées, soit à la main, soit à l'aide de l'engrenage F, en un point quelconque de A; des boulons *g* servent à les fixer solidement dans la position voulue.

On introduit, tout d'abord, le tube coudé dans l'étau E, puis on fixe solidement ce dernier sur le banc *e* au moyen des boulons *m*, on déplace ensuite les deux flasques D de façon à amener les tampons *i* et *k*, que portent les chariots *c*, en contact avec les deux extré-

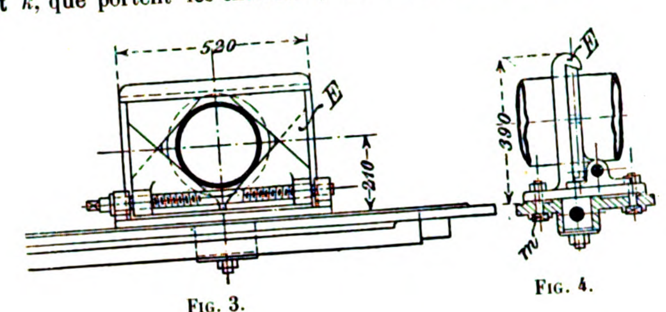


Fig. 3. Fig. 4.

mités du tuyau à essayer; puis on fixe très solidement les flasques D sur A et, au moyen des vis munies de volants à main montées sur le chariot *c*, on presse fortement les tampons de fermeture *i* et *k* sur le tube. On peut alors, en se servant des orifices d'admission et d'échappement dont sont munis ces deux tampons, injecter dans le tube l'eau sous la pression voulue et, l'épreuve terminée, le vider complètement avant de procéder à son enlèvement.

Nouveau procédé pour imprimer des dessins sur la fonte de fer.

Un inventeur américain, M. Onterbridge, vient d'imaginer un procédé permettant d'imprimer directement des dessins sur de la fonte de fer en fusion. Ce procédé est basé sur les propriétés particulières de résistance que possèdent les produits carbonisés obtenus par un mode de traitement tout spécial des différentes matières légères telles que: toiles, dentelles, broderies, feuilles, herbes, dont on désire reproduire le dessin sur fonte.

Cette carbonisation s'effectue de la manière suivante. Les matières à traiter sont placées dans une boîte en fonte entre deux couches de charbon de bois finement pulvérisé; on ferme ensuite la boîte au moyen d'un couvercle étanche et l'on chauffe graduellement afin de chasser l'humidité et d'élever lentement la température jusqu'à ce qu'une vapeur bleue cesse de se dégager de la boîte; on élève alors la température de cette dernière jusqu'au rouge blanc, et on la maintient en cet état pendant deux heures. On la laisse ensuite refroidir lentement et on essaie les produits calcinés ainsi obtenus en les faisant passer dans la flamme d'un bec de Bunsen : si la carbonisation est complète, ces objets ne présentent aucune incandescence lorsqu'on les retire du brûleur et l'on peut chauffer les fibres de carbone ainsi obtenues jusqu'au rouge blanc sans qu'elles présentent aucune altération.

D'après *The Famdry*, les produits carbonisés obtenus par ce procédé sont non seulement incombustibles lorsqu'on les plonge dans la flamme d'un bec Bunsen, mais ils sont encore élastiques, assez résistants et très peu friables; on peut donc les manipuler facilement et les immerger sans inconvénient dans un bain de fonte de fer. Lorsqu'on les retire du moule, après refroidissement, leurs fibres ne sont nullement altérées et la surface du métal porte l'empreinte très nette des dessins; ces empreintes sont utilisées pour le gaufrage des papiers, cuirs, etc.

Certains de ces produits carbonisés sont presque aussi délicats que des toiles d'araignée et, malgré cela, leur résistance est assez grande pour leur permettre de résister, sans être déchirés, aux efforts qu'ils ont à subir du métal en fusion, au moment de la coulée.

Quant au moule il est fait de sable vert, de la manière habituelle, et le tissu est étendu simplement sur l'une des faces; le morceau d'étoffe carbonisé est coupé un peu plus large que le moule, afin de pouvoir l'appliquer sur les bords et le maintenir par la contre-partie du moule. Il est préférable de le placer sur le côté qu'au fond du moule, afin d'éviter toute tendance au frottement. Les dessins obtenus à la surface des pièces fondues sont aussi fins qu'avec les électro-types, si le métal est coulé vivement. Le moulage terminé, on peut enlever le même morceau d'étoffe carbonisé et le faire servir à plusieurs reprises.

Varia.

Nominations. — M. Villain, Ingénieur des Mines, est chargé du service du sous-arrondissement minéralogique de Nancy et du II[e] arrondissement du service du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de l'Est;

M. Cousin, Ingénieur des Mines, est chargé du service de l'arrondissement minéralogique du Mans. Il remplira les fonctions d'Ingénieur en chef.

— Sont nommés membres de la Commission supérieure de l'Exposition de Bruxelles : MM. Deprez, sénateur; Farjon et du Périer de Larsan, députés; le Président de la Chambre de Commerce de Tourcoing; Bérardi; Cronier, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées; de la Germonière; Bouchارlat.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 20 novembre 1896.

Présidence de M. L. Molinos, Président.

M. E. Lippmann fait une communication sur *les puits artésiens au Sahara.*

M. Lippmann se propose de refaire l'historique de la question des puits artésiens au Sahara, et de donner l'ensemble des résultats obtenus depuis quarante ans, par les forages artésiens. Mais il étudie surtout l'orientation, ou mieux le lieu de naissance des nappes souterraines de cette contrée, parce qu'il est du plus haut intérêt de savoir la direction utile à donner aux nouvelles recherches qui doivent encore être faites.

Le Sahara n'est pas, comme on l'a cru longtemps, un grand bras de mer desséché; c'était, au contraire, une contrée fertile, peuplée et sillonnée de puissants cours d'eau. Mais, à la suite des grands mouvements géologiques auxquels sont dus les soulèvements des montagnes de l'Europe, il n'arrive plus rien, dans ces régions, des nuées humides qui suivent le courant naturel des vents appelés de l'atmosphère glacée du pôle boréal vers les régions tropicales de l'équateur. Les courants venant du pôle austral traversent, il est vrai, une surface marine beaucoup plus grande avant d'arriver sur le continent africain, mais leurs nuées très aqueuses se condensent aussi sur les hautes barrières des monts de Kong, de la Lune, du Congo, pour former les cours puissants du Niger, du Congo, du Nil, etc. Il importe seulement de remarquer que les cours d'eau anciens et disparus avaient toutes raisons de venir principalement du sud, comme ceux-ci.

Depuis la disparition de l'eau atmosphérique dans ces régions, l'ardeur du soleil et l'action de l'air ont désagrégé les rochers pour produire ce sable fin qui, sous l'action des vents, a nivelé le sol de ces steppes sahariennes, dans lesquelles on trouve heureusement, de distance en distance, des oasis, soit dans les oueds, où il y a un peu de circulation d'eau à travers le sable superficiel, soit dans les endroits où l'eau peut être puisée dans des puits peu profonds; ou bien où, après avoir reconnu l'existence d'une nappe à 4 ou 5 mètres du sol, on déblaie sur une certaine superficie pour loger des jardins dans ces cavités; enfin partout où il est possible d'exécuter un puits artésien.

M. Lippmann rappelle que l'origine des puits artésiens remonte aux temps bibliques; par de nombreuses citations, il fait voir que, dans les âges les plus reculés, ils étaient bien connus en Syrie, en Égypte, et que les Sahariens d'Afrique exécutaient de tels travaux longtemps avant nous: seulement ceux-ci usaient de procédés primitifs barbares, meurtriers, qui se sont conservés jusqu'à et même après l'arrivée de la sonde artésienne française dans ces régions.

C'est en 1856, grâce à l'initiative du général Desvaux qui commandait, à cette époque, la colonne expéditionnaire, et à la sollicitude du maréchal Randon, gouverneur de l'Algérie, que fut organisé le premier atelier de forages, après une exploration faite par Ch. Laurent et sous la direction de l'ingénieur Jus. Le sondage fut commencé le 17 mai à l'oasis de Tamerna, et le 9 juin, c'est-à-dire en vingt-trois jours, on obtenait, à la profondeur de 52 mètres, une nappe jaillissante débitant plus de 4000 litres par minute. Et, pendant quarante années consécutives, sans aucune interruption que celle de la funeste campagne de 1870-71, la sonde artésienne française continua ses succès, particulièrement dans le Tell, dans le Hodna oriental et occidental, aux environs de Tougourt, d'El Goléah, et surtout dans l'Oued Rir' qui fut largement ouvert à la colonisation. Les forages s'exécutent avec la main-d'œuvre militaire: deux ateliers dirigés, l'un par le lieutenant Cail, du 5e bataillon d'Afrique, et l'autre par le sergent Gilbert du même bataillon, fonctionnent encore actuellement dans le Hodna et dans l'Oued Rir'. Les travaux sont suspendus, tous les ans, de fin mai au commencement de novembre.

Du 1er juin 1856 au 1er juillet 1896, les seuls ateliers militaires de la province de Constantine ont exécuté 772 forages formant une longueur totale de 34 114 mètres; et ils ont obtenu 452 nappes ascendantes utilisées, et 320 nappes jaillissantes. Ces dernières débitent à elles seules journellement 8 175 000 litres d'eau vive et fertilisante.

M. Lippmann s'occupe enfin de la direction que doit suivre le courant souterrain des nappes artésiennes; en s'appuyant sur les considérations générales qu'il a exposées au début, et par des déductions de faits qui lui semblent manifestes, il arrive à conclure que ces eaux doivent venir du sud: dans ces conditions, en suivant cette direction, la sonde artésienne prêterait un précieux concours à l'exécution du transsaharien, et contribuerait puissamment à l'ouverture de cette grande voie si utile pour le commerce de la France et pour la prospérité de nos colonies africaines.

M. Zbyszewski fait une communication sur *l'Exposition de Nijni-Novgorod et l'Industrie russe* [1].

M. de Witté, ministre des Finances de Russie, et duquel relève la direction du Commerce et de l'Industrie dans ce pays, et M. le prince Chilkoff, ministre des Voies de communication, sont nommés, par acclamation, membres honoraires de la Société.

E. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 30 novembre 1896.

Astronomie. — *Sur la comète périodique Giacobini.* Note de M. Perrotin.

Physique du globe. — 1° *Exploration scientifique en ballon.* Note de M. Mascart.

La Conférence météorologique internationale, réunie à Paris dans le mois de septembre dernier, a constitué une Commission qui a reçu pour mission de coordonner les expériences scientifiques faites, soit en ballon monté, soit en ballon libre ou ballon-sonde, et d'organiser des expéditions simultanées à certaines époques convenues par une entente commune. Les stations de Berlin, Munich, Varsovie et Saint-Pétersbourg ont expédié des ballons montés; en même temps, des ballons libres étaient lancés de Paris, Berlin, Strasbourg et Saint-Pétersbourg.

Le ballon monté de Berlin, parvenu à une hauteur de 5 650 mètres, a observé une température de — 24°4. Le ballon-sonde de Strasbourg a atteint 7 700 mètres et noté — 30° pour la hauteur de 6 000 mètres. Enfin, le ballon de Paris, organisé par MM. Hermite et Besançon, a monté jusqu'à 15 000 mètres en indiquant une température de — 60°.

La note suivante de MM. Hermite et Besançon, fournit des détails circonstanciés sur ce voyage du ballon libre de Paris.

2° *Sur l'ascension du ballon-sonde de Paris.* Note de MM. G. Hermite et G. Besançon, présentée par M. Mascart.

Le diagramme constate que le ballon est parvenu à la hauteur de 15 000 mètres; la courbe tracée par l'enregistreur est très nette et très régulière. La température minimum est de — 60°; elle a été obtenue environ trois heures après l'arrivée du ballon au sommet de la trajectoire où il a plané pendant très longtemps. L'ascension n'a duré que 40 minutes; la descente a été moins rapide; elle a pris environ une heure et demie.

Le thermomètre a indiqué — 55° au moment où le ballon a atteint l'altitude de 15 000 mètres.

3° *Déterminations actinométriques faites au mont Blanc.* Note de MM. Crova et Houdaille, présentée par M. Janssen.

Mécanique analytique. — *Sur les solutions périodiques et le principe de moindre action.* Note de M. H. Poincaré.

Hydrologie. — *Dosage de l'acide nitrique dans les eaux de la Seine, de l'Yonne et de la Marne pendant les dernières crues.* Note de M. Th. Schlœsing.

D'après les résultats des dosages, les quantités d'acide nitrique emportées en 24 heures par ces rivières, et celles du salpêtre équivalent sont les suivantes :

	Acide nitrique.	Salpêtre.
Yonne . . . . . . Kg.	354 000	650 000
Haute Seine	54 000	101 000
Marne	107 000	200 000
Seine à Paris.	486 000	909 000

(1) Une étude générale et analogue ayant été publiée récemment sur ce sujet dans le *Génie Civil*, nous prions nos lecteurs de s'y reporter. (Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 27, p. 421).

Chimie minérale. — *Sur l'absorption de l'oxyde nitrique par le bromure ferreux.* Note de M. V. Thomas, présentée par M. Friedel.

Le bromure ferreux en solution aqueuse absorbe le bioxyde d'azote d'après la loi de M. Gay, c'est-à-dire en deux proportions différentes :

1° Au-dessous de 12°5 environ, trois atomes de fer fixent deux molécules de bioxyde d'azote.

2° Au-dessus de cette température et jusqu'à 25°, deux atomes de fer ne fixent plus qu'une molécule d'acide nitrique.

Chimie industrielle. — *Sur la trempe de l'acier à l'acide phénique.* Note de M. Levat.

L'acier trempé à l'acide phénique acquiert de la dureté, de l'élasticité, de la souplesse. Il tient ferme comme outil d'attaque et il offre toutes les qualités d'une bonne trempe douce.

Chimie organique. — *Action du permanganate de potasse sur les alcools polyatomiques et leurs dérivés.* Note de M. L. Perdrix, présentée par M. Duclaux.

Chimie physiologique. — *Action du nitrate d'ammoniaque sur l'*Aspergillus niger. Note de M. C. Tanret.

En présence d'un excès de nitrate d'ammoniaque, l'Aspergillus végète à l'état de mycélium et sa nutrition s'accompagne de phénomènes chimiques remarquables : de l'acide nitrique libre apparaît dans le liquide de culture et de l'amidon se forme dans le tissu du champignon.

Anatomie. — *De l'application des rayons Rœntgen à l'étude du squelette des animaux de l'époque actuelle.* Note de M. V. Lemoine, présentée par M. A. Milne-Edwards.

Géologie. — *Sur le crétacé inférieur de la vallée de l'Oued Cherf (province de Constantine).* Note de M. J. Blayac, présentée par M. Marcel Bertrand.

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

L'Industrie du blanchissage et les blanchisseries, par A. Bailly, secrétaire de la chambre syndicale des blanchisseurs de Paris. — 1 vol. in-16 de 383 pages avec 106 figures, cartonné (*Encyclopédie de chimie industrielle*). — J.-B. Baillière, éditeur, Paris, 1896. — Prix : relié, 5 francs.

Ce livre est divisé en trois parties principales : 1° le blanchiment des tissus neufs, des fils et des cotons; 2° le blanchissage domestique du linge dans les familles; 3° le blanchissage industriel, c'est-à-dire le blanchissage tel qu'il est exploité dans les usines de blanchisserie, installées dans les grandes villes. Ces trois parties principales sont précédées d'un précis historique du blanchiment et du blanchissage à travers les âges, et d'une étude spéciale des matières premières employées dans cette industrie.

A la fin du volume sont groupés les différents renseignements recueillis par l'auteur, sur les installations et l'exploitation moderne des usines de blanchisserie.

On trouve dans cet ouvrage la description de nombreux tours de main ainsi que les procédés en usage, mais peu connus, d'une industrie des plus utiles et des plus répandues.

Erratum. — Une erreur s'est glissée dans le compte rendu bibliographique que nous avons publié dernièrement de l'ouvrage de M. C. Barbey, *les Locomotives suisses;* le texte doit être rétabli ainsi qu'il suit :

Les Locomotives suisses, par Camille Barbey. — 1 volume in-4° jésus de 153 pages avec 80 figures dans le texte et 81 planches. — Ch. Eggimann et Cie, éditeurs, Genève, 1896. — Prix : broché, 60 fr.

Le Génie Civil publie une analyse de tous les ouvrages techniques dont on lui fait parvenir deux exemplaires.

Le Gérant : **H. Avoiron.**

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 7. N° 758. Samedi 19 Décembre 1896.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics :** Travaux d'extension du port de Dunkerque (*suite et fin*). Les formes de radoub et la jetée de l'Est; outillage du port (*planche VII*), p. 97; A. DUMAS. — **Chimie industrielle :** Les explosifs de sûreté. Leur fabrication, leurs propriétés et leurs usages, p. 100; H. SCHMERBER. — **Résistance des matériaux :** Lignes de Lüders ou lignes superficielles qui apparaissent sur les métaux déformés, p. 104; Ch. FRÉMONT. — **Constructions civiles :** Application du système cantilever aux combles métalliques (*suite et fin*), p. 107; Jules GAUDARD. — **Informations :** Emploi des gros graviers pour la construction des batardeaux, p. 110; — Procédé Mac Arthur-Yates pour minerais aurifères, p. 110; — Emploi de tuyaux en papier pour les conduites de gaz, p. 111; — Production des minerais de fer en Allemagne pendant l'année 1895, p. 111; — État actuel du réseau des chemins de fer russes, p. 111; — Exposition de 1900 : Démolition du Palais de l'Industrie; Pont Alexandre III, p. 111. — Varia, p. 111.
SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société des Ingénieurs civils, séance du 4 décembre 1896, p. 112. — Académie des Sciences, séance du 7 décembre 1896, p. 112.
BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 112.

Planche VII : Travaux d'extension du port de Dunkerque.

TRAVAUX PUBLICS

TRAVAUX D'EXTENSION DU PORT DE DUNKERQUE

(*Suite et fin* [1].)

Les formes de radoub et la jetée de l'Est. Outillage du port.

(*Planche VII.*)

FORMES DE RADOUB. — Le port de Dunkerque dispose actuellement de quatre formes de radoub, établies sur le vaste terre-plein qui se

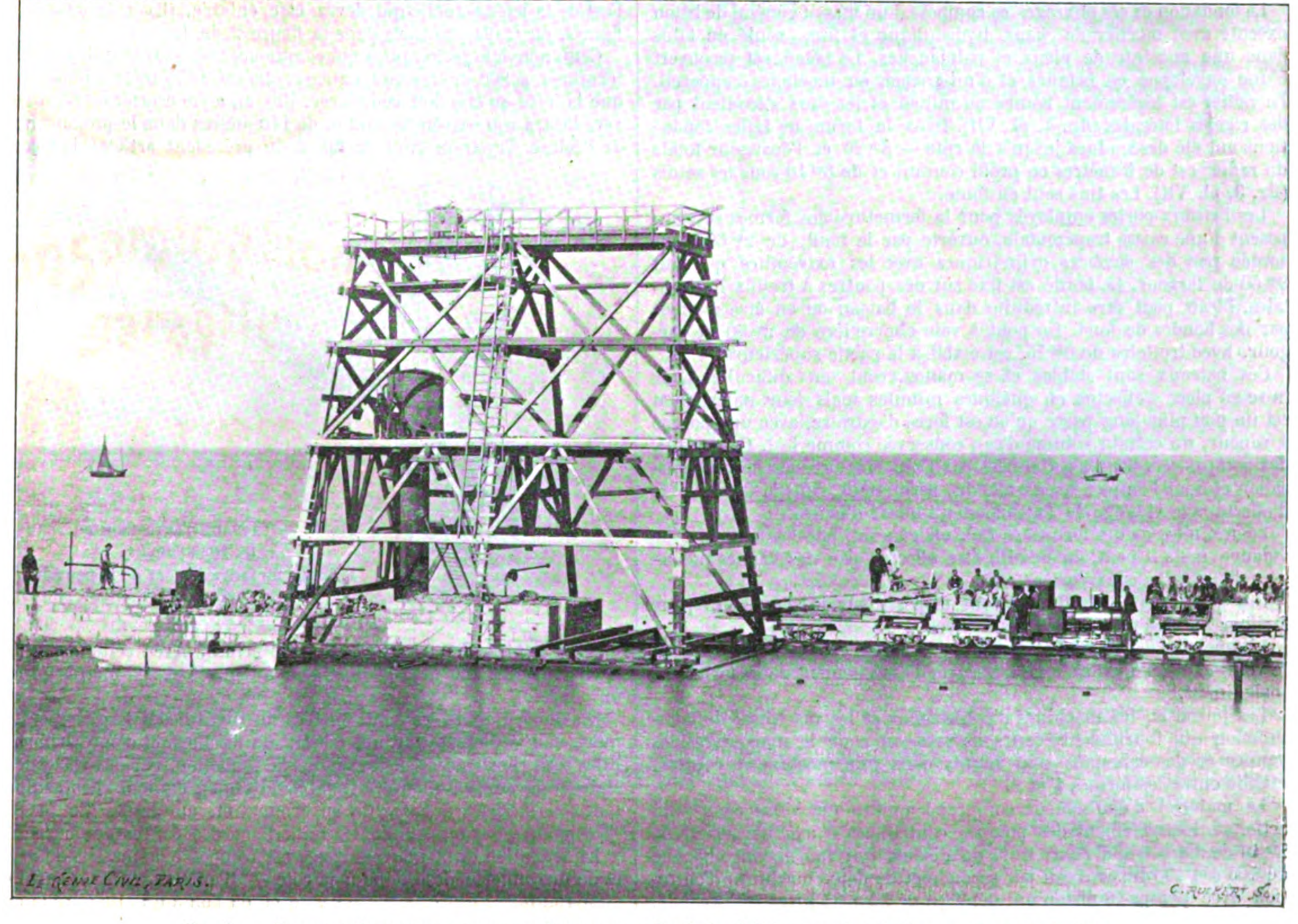


FIG. 1. — TRAVAUX D'EXTENSION DU PORT DE DUNKERQUE : Fondation à l'air comprimé de la nouvelle jetée de l'Est.
(D'après une photographie de M. Luzzato, à Dunkerque.)

trouve compris entre le quai Nord des bassins de Freycinet et l'avant-port (voir la figure 2 de l'article précédent). Les formes n° 1 et n° 2 ont été construites en exécution du décret du 14 juillet 1861, tandis que les formes n° 3 et n° 4 ont été construites sur les fonds votés par la loi du 31 juillet 1879. Ces formes de radoub ont été livrées définitivement au commerce en 1890, en même temps que les bassins de Freycinet.

La forme n° 1 a 120 mètres de longueur totale, 109 mètres de longueur utile, 14 mètres de largeur au niveau du radier et 19m 60 de largeur en crête. Ses seuils sont arasés à la cote — 0m 55.

La forme n° 2 a les mêmes dimensions que la précédente, sauf que sa largeur en crête est de 20m 60 et que ses seuils sont abaissés à la cote — 2m 05.

La forme n° 3 n'a que 96m 80 de longueur totale et 84m 40 de longueur utile, mais ses autres dimensions sont les mêmes que celles de la forme n° 1.

Enfin, la forme n° 4 (fig. 1, 2, 3 et 4, pl. VII) a 202 mètres de longueur totale, 190 mètres de longueur utile, 27m 50 de largeur en crête,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 6, p. 81.

21 mètres de largeur au niveau du radier et ses seuils sont abaissés à la cote — 2m 10, de sorte qu'elle peut admettre, en marée de vive eau ordinaire, des navires de 8 mètres de tirant d'eau. C'est la plus grande cale sèche existant actuellement en France (la grande forme du bassin de Penhouët, à Saint-Nazaire, n'a que 185 mètres de longueur utile) et l'une des plus grandes du monde entier.

Les formes nos 1, 2 et 4 s'ouvrent à la fois sur les bassins et sur l'avant-port et pourraient servir de sas pour l'éclusage des navires, en cas d'avarie aux écluses ordinaires. Toutes sont munies de fosses à gouvernail et construites sur le même type. Les bajoyers des têtes

50 atmosphères. Chaque machine a été établie pour comprimer 11 litres d'eau par seconde, avec vitesse de 50 tours par minute.

L'installation de la machinerie avait été mise au concours. Les conditions principales imposées, pour les machines d'épuisement, étaient d'assurer la vidange de la forme n° 4, dans laquelle le volume d'eau à épuiser est de 44000 mètres cubes, en vive eau moyenne, en trois heures et demie, avec une consommation de charbon maximum de 1 kilogr. par cheval indiqué. La durée de l'épuisement dans les essais a été inférieure à trois heures, avec une consommation de charbon de 1kg 03; le travail indiqué moyen a été de 627 chevaux.

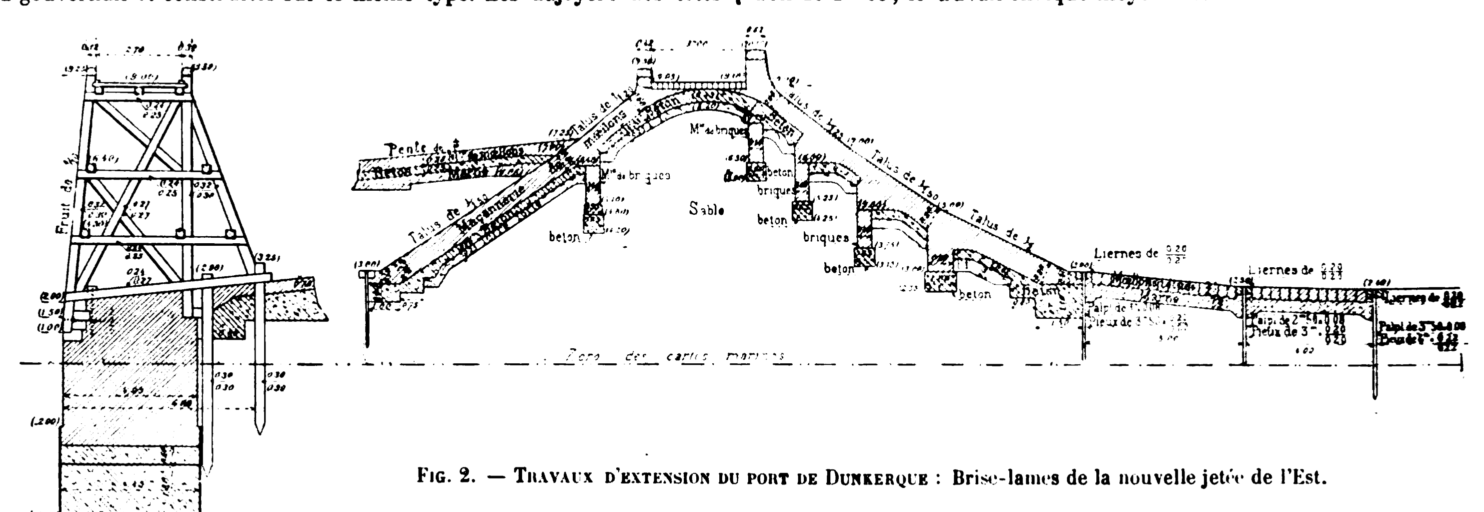


Fig. 2. — Travaux d'extension du port de Dunkerque : Brise-lames de la nouvelle jetée de l'Est.

sont inclinés au $^1/_3$ et sont munis de doubles rainures de 1 mètre de largeur dans lesquelles s'engagent les bateaux-portes employés pour la fermeture. Les bajoyers intérieurs ont des banquettes de 1 mètre de largeur, réunies entre elles par des escaliers et des échelles (fig. 1, 2 et 3, pl. VII).

La fondation de ces ouvrages se compose d'un massif général de béton exécuté avec mortier de chaux hydraulique et trass, coulé en talus dans une enceinte de pieux et palplanches. Le béton est recouvert d'une enveloppe en briques et d'un pavage en moellons d'appareil. Le radier est légèrement bombé au milieu et les eaux s'écoulent par des rigoles latérales (fig. 4, pl. VII). Dans la forme n° 4, les fondations ont été descendues jusqu'à la cote — 8m 20 et l'épaisseur totale du radier est de 5 mètres en profil courant et de 6m 10 sous les seuils (fig. 3, pl. VII). Les tins sont en fonte.

Les bateaux-portes employés pour la fermeture des formes se composent d'une caisse trapézoïdale, ouverte par le haut, de 2m 50, raccordée par des surfaces cylindriques avec les extrémités qui ont 0m 60 de largeur. Le bordé est fixé sur des poutres à treillis horizontales. L'eau peut être introduite dans le bateau ou en être évacuée par des bondes de fond. Un pont à voie charretière de 2m 50 de largeur, avec trottoirs de 0m 75, est établi à la partie supérieure.

Ces bateaux sont stables et se manœuvrent sans difficulté. Leur mise en place s'effectue en quelques minutes mais leur enlèvement est un peu plus long parce qu'on est forcé d'extraire, avec une pompe à vapeur, un certain volume d'eau conservée comme lest. Cependant, des pompes centrifuges actionnées par l'eau sous pression de la canalisation et dont l'emploi va être étendu, permettent, dans la forme n° 4, d'effectuer la vidange du bateau en un quart d'heure.

Le remplissage des formes se fait, en général, par les aqueducs de vidange mais il peut, au besoin, être effectué par des vannes ménagées dans les bateaux-portes.

Des cabestans hydrauliques sont disposés sur le terre-plein pour faciliter l'entrée et la sortie des navires.

L'étanchéité des formes et des bateaux-portes est presque complète; le volume d'eau à enlever pour assurer l'assèchement de la forme est insignifiant.

Les puisards, les machines d'épuisement et les machines de compression qui fournissent l'eau sous pression pour la manœuvre des vannes et des cabestans sont réunis dans une machinerie centrale établie entre les formes 1 et 2.

Le matériel d'épuisement comprend quatre machines compound actionnant directement des pompes centrifuges à axe horizontal de 2m 40 de diamètre, à l'extrémité du disque, qui fournissent chacune de 700 à 1 100 litres d'eau par seconde et de deux machines d'entretien avec pompes à piston qui débitent de 32 à 35 litres par seconde. Ces machines sont disposées dans une salle basse dont le parquet est à 7 mètres au-dessous du niveau des terre-pleins voisins.

Les vannes des puisards et des aqueducs d'évacuation sont combinées de façon à permettre d'épuiser chaque forme avec l'une quelconque des machines et de faire agir, au besoin, toutes les machines sur une même forme.

Le matériel de compression se compose de deux machines compound actionnant directement des pompes qui compriment l'eau à

Reconstruction de la jetée de l'Est. — Nous avons vu que le chenal d'accès n'avait que 70 mètres de largeur et qu'il était limité par deux jetées en charpente. Cette largeur étant trop faible pour que les grands navires pussent accéder facilement à la nouvelle écluse, on a été conduit à l'élargir et on s'est décidé à construire une nouvelle jetée à l'est de la jetée actuelle qui devra être enlevée. (La jetée actuelle est figurée en traits pointillés dans la figure 2 de l'article précédent (1).

Cette nouvelle jetée, qui a été commencée en 1891 et qui est à peine terminée, a 800 mètres de longueur; elle est de 75 mètres plus courte que la jetée qu'elle doit remplacer. Elle en a été écartée de 55 mètres vers l'est à son extrémité aval et de 110 mètres dans le prolongement de l'écluse Trystram (voir la fig. 2 du précédent article) de façon à

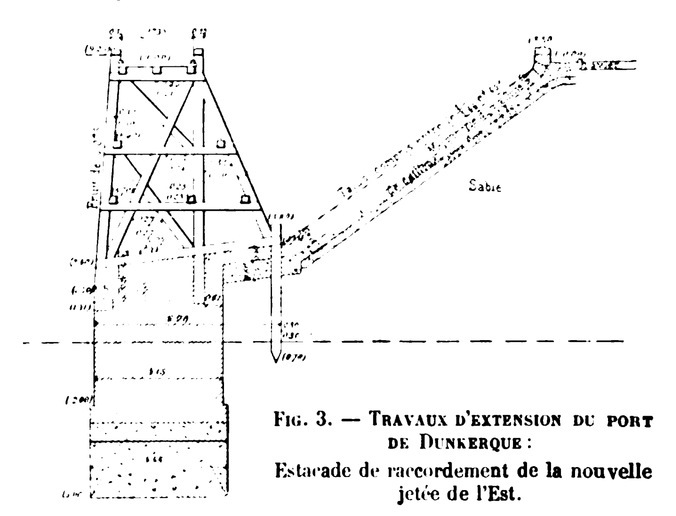


Fig. 3. — Travaux d'extension du port de Dunkerque : Estacade de raccordement de la nouvelle jetée de l'Est.

faciliter l'entrée des navires dans cette écluse. Avec cette disposition le chenal aura 120 mètres de largeur à l'entrée et 200 mètres en face du phare.

Les anciennes jetées sont fondées au niveau des basses mers de morte-eau ordinaire sur un massif de fascines et d'enrochements. Elles sont constituées, au-dessus de la fondation, par des estacades à claire-voie sur 300 mètres à l'aval tandis qu'à l'amont elles comportent des estacades à la partie supérieure et, au-dessous de la cote + 5 mètres, des massifs de maçonnerie ou des coffres en charpente.

La fondation de la nouvelle jetée est composée de massifs de béton et de maçonnerie descendus à la cote — 5 mètres, sauf à l'aval où on a rencontré des couches de vase et où l'on a dû atteindre la cote — 8 mètres. Ces massifs ont été exécutés jusqu'à la cote + 2 mètres, dans des caissons foncés à l'air comprimé. On a admis, au-dessus de cette cote, quatre profils distincts : dans la section aval, sur 200 mètres, une estacade à claire-voie (fig. 6); sur 150 mètres en amont le massif de maçonnerie a été exhaussé jusqu'à la cote + 5 mètres et au-dessus on a établi, comme dans la jetée mi-pleine, une estacade de faible

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 6, p. 82.



hauteur (fig. 5); l'ancienne jetée est ensuite pleine sur 230 mètres de longueur (fig. 4), et près du rivage, on a établi sur la fondation une estacade en charpente en arrière de laquelle est un brise-lames de 160 mètres de longueur (fig. 2 et 3), incliné au dixième et limité du côté extérieur par une digue en sable recouverte par des perrés maçonnés.

Cette jetée supporte sur toute sa longueur un tillac, ou chemin de halage, de 2m70 de largeur, placé à la cote + 9 mètres, c'est-à-dire à 3m10 au-dessus du niveau des plus hautes mers. Le plancher constituant ce chemin est à claire-voie afin d'assurer l'aération des madriers soumis à une humidité constante et, en outre, pour donner passage aux jaillissements d'eau que les lames projettent sous le plancher.

A l'extrémité aval, sur une longueur d'une vingtaine de mètres, l'épaisseur de la jetée est portée de 6 mètres à 9m40 et forme un musoir dont la plate-forme (fig. 7) a 7m40 de largeur. Sur ce musoir est installée une petite tourelle portant un feu pour signaler l'entrée du port et divers appareils destinés à faciliter, en cas de besoin, l'entrée du chenal aux navires.

A l'extrémité amont la jetée se termine, comme nous l'avons dit, par un brise-lames de 160 mètres de longueur (fig. 2). La largeur du plan incliné sur lequel les vagues peuvent s'épanouir et s'amortir est d'environ 45 mètres.

On a conservé à l'aval des estacades analogues aux estacades actuelles, principalement en vue d'éviter des dépôts vaseux dont l'enlèvement nécessiterait la substitution des dragues à godets aux dragues succuses dans un milieu où les premières pourraient difficilement fonctionner. Les fondations sont, d'ailleurs, disposées de façon à permettre de remplacer les estacades par de la maçonnerie si l'agitation de l'eau dans le chenal est jugée trop forte.

La plage sur laquelle est construite la nouvelle jetée part de la cote + 5 mètres pour descendre à la cote — 1 mètre. Les fondations ont été exécutées à l'aide de 38 caissons (1) de 20 à 22 mètres de longueur. Ces caissons, dont la largeur varie de 4m20, sur la longueur du brise-lames, à 6m50, à l'aval, se composaient chacun d'une chambre de travail de 1m80, d'un poutrage et d'une hausse de 0m50 à 1 mètre de hauteur. Dans la partie voisine du rivage ils ont été construits sur le haut de la plage et conduits à leur place à basse mer, à l'aide de petits chariots roulant sur une voie provisoire. Les caissons d'aval ont été montés à l'intérieur du port d'échouage et mis à flot. On profitait d'un beau temps et des marées favorables pour conduire chaque caisson, à l'aide d'un remorqueur, jusqu'à proximité de l'emplacement qui lui était assigné, on le fixait à l'aide de quatre amarres, puis on l'amenait à sa place, définie par des poteaux guides battus sur deux de ses côtés; on attendait que la marée baissât jusqu'à ce que le caisson fut à une faible hauteur au-dessus du fond, on rectifiait sa position, puis on introduisait rapidement l'eau dans le poutrage supérieur par des trous percés dans la tôle et qui avaient été bouchés par des bondes. Il s'échouait en pénétrant d'environ 0m50 dans le sable et il était alors suffisamment fixé pour que, par beau temps, il n'éprouvât plus de déplacements. Dès que la marée permettait de circuler sur le pont de service, on commençait le remplissage du poutrage avec du béton fait avec du mortier très riche. On remplissait les cases formées par les tôles extérieures et les poutres transversales en répartissant la charge de telle sorte que toutes les cases commencées fussent terminées dans la même marée.

(1) Le nombre total des caissons mis en place est de 42. On a foncé quatre caissons supplémentaires pour raccorder la jetée avec le perré limitant, à l'ouest, le canal de fuite de l'écluse du bastion 28.

Il fallait de trois à cinq marées pour que le poutrage fût rempli. Quand la mer restait à peu près belle le béton n'était pas délavé, mais si, pendant le premier remplissage, il survenait de l'agitation, certaines cases étaient plus ou moins délavées et le béton devait être en partie refait.

Dès que le massif avait fait suffisamment prise, en général au bout de trois jours, on commençait une première couche de maçonnerie à l'abri de la petite hausse ménagée au-dessus du poutrage, après avoir soigneusement piqué la surface du béton et enlevé toutes les parties qui ne paraissaient pas parfaitement saines. On continuait le travail à la marée. Le caisson battu par la lame s'enfonçait légèrement dans le sable, quelquefois d'une façon plus ou moins irrégulière. On cherchait à le redresser en pénétrant à basse mer dans la chambre de travail, après y avoir introduit un peu d'air comprimé si c'était nécessaire.

Quand la charge était suffisante pour que le caisson ne tendît plus à se soulever à mer haute, on plaçait les cheminées, on introduisait l'air comprimé dans la chambre de travail et le fonçage était commencé; on continuait en même temps les maçonneries.

Aussitôt que le fonçage était terminé, on effectuait le plus rapidement possible le remplissage de la chambre de travail avec du béton. C'était pendant cette opération que les accidents étaient le plus à craindre. On devait avant de commencer le remplissage, dégager la tôle inférieure, de sorte que le caisson ne portant plus que par une très faible surface s'enfonçait plus ou moins irrégulièrement dès que la pression était réduite, soit parce que les conduites étaient rompues par l'agitation de la mer, soit parce que les compresseurs ne fonctionnaient pas avec régularité. Si l'eau pénétrait dans la chambre de travail, on pouvait être forcé d'enlever le béton déjà coulé et même de reprendre le fonçage.

Les ruptures de conduites étaient assez fréquentes, mais pendant le fonçage elles n'étaient pas, en général, dangereuses parce qu'on prenait la précaution d'appuyer les contre-fiches inférieures de la chambre de travail sur de larges banquettes qu'on faisait disparaître seulement pendant les courtes périodes où la descente s'effectuait. Il convient d'ajouter que, lorsque les cheminées n'avaient pas été rompues, l'air ne s'échappait que lentement du caisson, de sorte que l'eau s'introduisait sans vitesse dans la chambre.

Les maçonneries s'exécutaient à la marée avec les sujétions inhérentes à ce genre de travail. On conduisait le fonçage des caissons de

Fig. 4. — Jetée pleine.

Fig. 5. — Jetée mi-pleine.

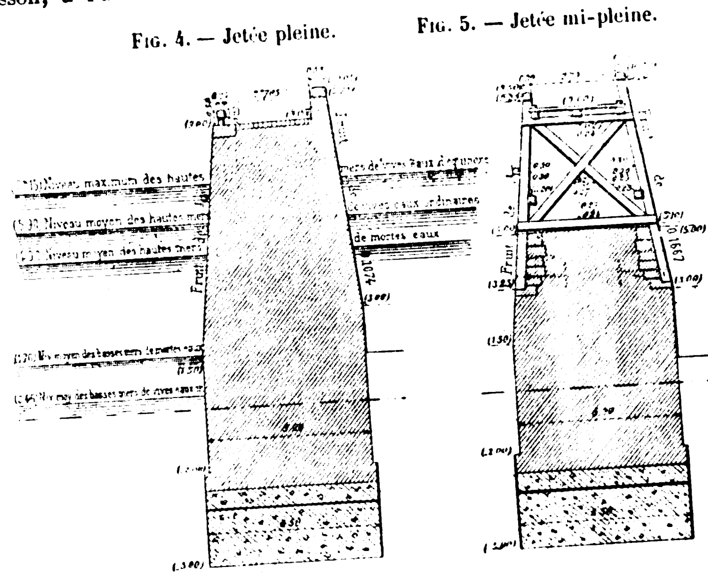


Fig. 6. — Jetée à claire-voie.

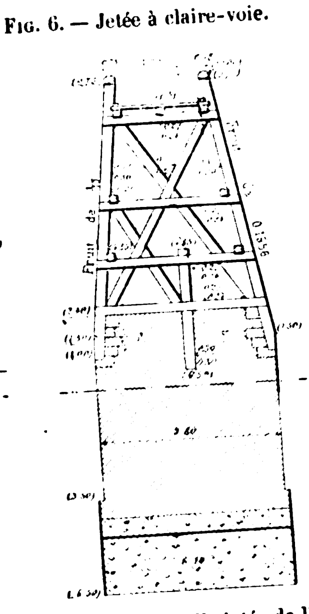


Fig. 7. — Musoir.

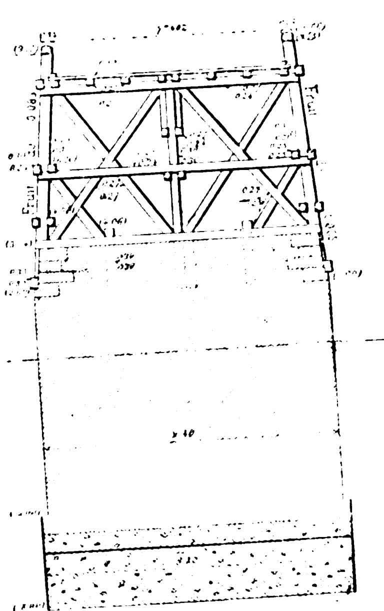


Fig. 4, 5, 6 et 7. — Travaux d'extension du port de Dunkerque : Différents profils de la nouvelle jetée de l'Est.

façon que la couche de maçonnerie restât comprise entre les cotes 2 mètres et 4 mètres, soit, en moyenne, au niveau de la mi-marée. Les matériaux étaient conduits à pied d'œuvre à l'aide d'une locomotive à voie d'un mètre. Cette voie ferrée était fixée sur une petite estacade longeant la jetée (fig. 1); son niveau était établi à la cote + 2 mètres à l'aval et se relevait en suivant la pente de la plage.

L'exécution des maçonneries se poursuivait à toutes les marées, de jour et de nuit, pendant lesquelles l'état de la mer le permettait, mais le fonçage s'effectuait presque exclusivement à mer basse, et il n'était continué à mer haute que s'il n'y avait pas apparence de mauvais temps.

Le fonçage dans le sable était très facile : le sable était siphonné et rejeté directement à la mer. Toutefois, la plage renfermait de nombreuses coques de vieux navires coulés, de sorte que le travail présentait de sérieuses difficultés et devait être conduit avec une grande prudence dès qu'on rencontrait des épaves. Des sondages étaient effectués à l'avance pour reconnaître exactement la présence des obstacles.

Les caissons se sont écartés d'au plus $0^m 10$ des alignements prévus, et les légères déviations qui se sont produites ont pu être facilement corrigées au-dessus du niveau des basses mers. L'intervalle qui sépare deux caissons voisins est, en moyenne, de $0^m 20$, et on s'est borné, pour remplir le vide au-dessus de la cote + 1 mètre, à battre dans le joint un pieu descendu à la cote — 5 mètres et, en arrière, un panneau de $0^m 40$ de largeur descendu jusqu'à la cote — 2 mètres.

Le temps employé pour exécuter un caisson, depuis le moment où on l'avait mis en place jusqu'à ce que la chambre de travail fût remplie, variait dans des limites assez étendues suivant que le temps avait été plus ou moins favorable. Il a été, au minimum, de 45 jours, en moyenne de 65 jours et a atteint près de 100 jours pour certains caissons. Les difficultés d'exécution croissaient, d'ailleurs, beaucoup à mesure que l'on avançait vers l'extrémité de la jetée.

Les massifs construits dans les caissons ont été, après l'achèvement du fonçage, réunis entre eux, au-dessus des plus basses mers, par une maçonnerie très soignée. Une fois cette jonction opérée, la maçonnerie a été continuée dans les conditions d'un travail courant exécuté à la marée.

La construction de la nouvelle jetée a coûté près de 5 millions, ce qui, pour une longeur d'environ 800 mètres, donne pour prix de revient moyen un peu plus de 6 000 francs par mètre courant.

Outillage du port. — Dans son état actuel, le port de Dunkerque dispose, tant dans l'avant-port que dans les bassins à flot, d'une longueur totale de quais utilisables qui dépasse 8 kilomètres (8 166 mètres). La largeur des anciens quais n'est guère que de 15 à 30 mètres, mais celle des nouveaux est comprise entre 60 et 100 mètres.

La surface des bassins actuellement en exploitation est de 42 hectares, dont 11 pour les anciens bassins et 31 pour les bassins de Freycinet.

La superficie totale des terre-pleins atteint $54^{ha} 70$.

En outre des formes de radoub dont nous avons parlé, la Chambre de Commerce exploite un *gril de carénage* de 50 mètres de longueur, pouvant recevoir des navires de 400 tonneaux, et un *slip-way* pour le hissage hors de l'eau des navires ayant 80 mètres de longueur et dont le poids ne dépasse pas 1 000 tonnes.

Tous les quais du port et des bassins sont garnis de voies ferrées raccordées avec la gare et comportant des courbes d'assez grand rayon pour permettre le passage des locomotives. Les trains de marchandises ou de matériel arrivent directement au droit des navires ou des hangars et les voies des quais sont considérées comme prolongement de celles de la gare, de sorte qu'il n'y a aucune taxe complémentaire à payer pour le transport sur lesdites voies. Le développement des voies ferrées des quais et de la gare maritime, située en arrière des darses, dépasse 35 kilomètres.

Les trois canaux mettant Dunkerque en communication avec l'intérieur de la France et la Belgique, aboutissent à des bassins qui communiquent par des écluses avec les bassins à flot. Les bateaux de rivière peuvent donc venir se placer à côté des navires et les opérations de transbordement se font ainsi rapidement et économiquement. Le mouvement direct entre les canaux et les bassins à flot était déjà, en 1891, d'un million de tonnes, entrées et sorties.

L'outillage public du port est exploité par la Chambre de Commerce, en vertu du décret du 28 août 1888, et comprend :

1° Un service de remorquage important qui fonctionne depuis trente ans et qui s'est développé au fur et à mesure de l'accroissement du trafic du port. Actuellement, sept remorqueurs sont en service pour faciliter l'entrée et la sortie du port, ainsi que les manœuvres dans les bassins. Leur puissance varie de 90 à 1 000 chevaux vapeur;

2° Six hangars de 120 mètres de longueur portant une surface totale abritée de 20 490 mètres carrés;

3° Une grande grue à vapeur pivotante et flottante de 40 tonnes permettant la manœuvre des colis du poids de 10 à 20 000 kilogr. avec une portée de 15 à 19 mètres de l'axe et celle des colis de 40 000 kilogr. avec une portée de 15 à 17 mètres. Cette grue peut servir également de machine à mâter;

4° Enfin, des grues et des treuils hydrauliques actionnés par une machinerie centrale. Les grues sont au nombre de 24 avec des puissances variant de 750 à 3 000 kilogr. et pour 15 d'entre elles, la construction est à peine terminée.

La construction de ces appareils hydrauliques a été adjugée à la suite d'un concours ouvert, en 1892, par la Chambre de Commerce, entre un nombre de constructeurs limité et dont il y a lieu de dire quelques mots.

La Commission choisie par la Chambre de Commerce était ainsi constituée :

MM. Maurice Lévy, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures, *Président*;
Ch. Bourdon, Ingénieur des Arts et Manufactures, Professeur à l'École Centrale;
Dardenne, Le Rond et Vieille, Ingénieurs des Ponts et Chaussées, attachés aux travaux du port de Dunkerque;
Ch. Vigreux, Ingénieur des Arts et Manufactures, Répétiteur à l'École Centrale, *Secrétaire-adjoint*.

Le programme du concours comportait l'établissement, sur les quais de rive gauche des darses nos 1 et 2 des bassins de Freycinet, d'un outillage composé de 15 grues roulantes et pivotantes, savoir :

10 à deux puissances de 750 à 1 500 kilogr.;
5 — 2 000 à 3 000 —

et une usine centrale de force motrice avec la canalisation et tous les accessoires, pièces de rechange, etc.

Les concurrents étaient libres d'adopter pour la transmission et la distribution de la force, le système hydraulique, c'est-à-dire l'eau sous pression ou le système électrique.

Le système électrique peut paraître, au premier abord, plus avantageux parce qu'il proportionne tout naturellement la force à dépenser au travail à produire, tandis que la grue hydraulique dépense le même volume d'eau sous pression et, par suite, le même travail, quelle que soit la charge à soulever. Mais il résulte de la discussion à laquelle s'est livrée la Commission, que le fonctionnement régulier et économique du système électrique exige l'emploi d'accumulateurs. Or, tandis que les accumulateurs hydrauliques ont un fort rendement et ne coûtent presque rien d'entretien, les accumulateurs électriques ont un rendement beaucoup moindre (70 %) et coûtent, en entretien annuel, au moins 10 % de leur prix d'acquisition. D'après l'étude comparative faite par la Commission, le projet-type électrique avec accumulateurs coûterait 1 000 000 de francs, tandis que le projet type hydraulique ne coûterait que 700 000 francs et, comme exploitation, le projet-type électrique coûterait 153 750 francs et le projet-type hydraulique seulement 89 500 francs.

Conformément aux conclusions de cette discussion, la Chambre de commerce s'est prononcée en faveur du système hydraulique comme étant, de l'avis de la Commission, le plus économique tant au point de vue de l'installation qu'au point de vue de l'exploitation. Parmi les divers projets qui lui avaient été soumis, elle a choisi celui présenté par la Compagnie de Fives-Lille, pour la machinerie centrale et la canalisation, et celui de MM. Bon et Lustremant, pour les grues.

En terminant cette étude, nous rappellerons que les projets des travaux d'extension du port de Dunkerque ont été dressés et les travaux exécutés sous la direction de MM. Guillain, actuellement Inspecteur général des Ponts et Chaussées, directeur des routes et de la navigation au Ministère des Travaux publics, Eyriaud des Vergues, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, et Joly, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, par MM. Dardenne et Corbeaux pour l'écluse Trystram, les quais, le pont tournant et les formes de radoub, par M. Vieille pour les portes d'écluse et les appareils de manœuvre, enfin par MM. Le Rond et Ch. Mascart pour la nouvelle jetée. Nous tenons à exprimer ici tous nos remerciements à MM. Joly et Mascart pour l'obligeance avec laquelle ils ont bien voulu se mettre à notre disposition pour nous faire visiter leurs travaux et nous fournir les renseignements qui nous étaient nécessaires pour cet article.

A. Dumas,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

CHIMIE INDUSTRIELLE

LES EXPLOSIFS DE SÛRETÉ

Leur fabrication, leurs propriétés et leurs usages.

Historique. — A la suite de la découverte de la poudre noire, attribuée par les uns au moine Berthold Schwartz, remontant, suivant les autres, à une très haute antiquité et déjà connue des Chinois bien avant son apparition en Europe, l'étude et la connaissance des explosifs ne firent, pendant longtemps, aucun progrès sensible et se résumèrent presque exclusivement à modifier la composition de la première poudre, sans y apporter de grandes améliorations. Mais avec l'apparition et les progrès considérables de la Chimie moderne, la science des explosifs, qui lui est étroitement liée, devait forcément prendre un nouvel essor. C'est ce qui se produisit dans le courant de ce siècle, où la découverte des premiers explosifs nitrés donna à cette science une extension si extraordinaire et si rapide, qu'actuellement elle est devenue une question des plus importantes, non seulement pour les entreprises de travaux publics et pour l'industrie minière, mais encore dans la science militaire et dans l'art de la guerre.

Ces deux groupes d'applications bien distincts des explosifs modernes permettent de classer ces derniers, au point de vue de leur emploi, en deux grandes catégories : les *explosifs à action lente et progressive* ou *balistique*, employés presque exclusivement dans l'art militaire, et les *explosifs brisants à action instantanée*, qui sont employés surtout dans l'industrie minière et dans les travaux publics. C'est toutefois dans cette deuxième catégorie qu'il faut également placer



les *explosifs de rupture*, destinés à provoquer la fragmentation des projectiles lancés par l'action des explosifs balistiques.

Rappelons tout d'abord en quoi consiste un explosif en général et comment on explique le phénomène de l'explosion. Nous ferons abstraction, dans ce qui va suivre, des corps détonants exempts d'oxygène, tels que le chlorure d'azote; ces corps, d'une composition très instable, sont formés avec absorption de chaleur, et se décomposent subitement avec dégagement de chaleur.

Tous les phénomènes de combustion que nous observons sont dus à l'élévation de température et au dégagement de chaleur produits par les réactions chimiques. Si cette réaction chimique a lieu très lentement, il peut arriver que la chaleur produite soit absorbée au fur et à mesure de sa production par le milieu ambiant et ne soit que peu sensible.

Si la réaction, au lieu de se produire lentement, a lieu d'une façon rapide, il se produit une élévation de température considérable.

Enfin, si la réaction a lieu instantanément et que ses produits soient gazeux, ces gaz, se formant à une température extrêmement élevée, auront une tension excessive : on se trouvera ainsi en présence d'un *explosif*.

Pour produire cette combustion, les explosifs sont tous formés de deux parties spéciales, le comburant et le combustible, le premier devant fournir à l'autre l'oxygène nécessaire pour sa combustion

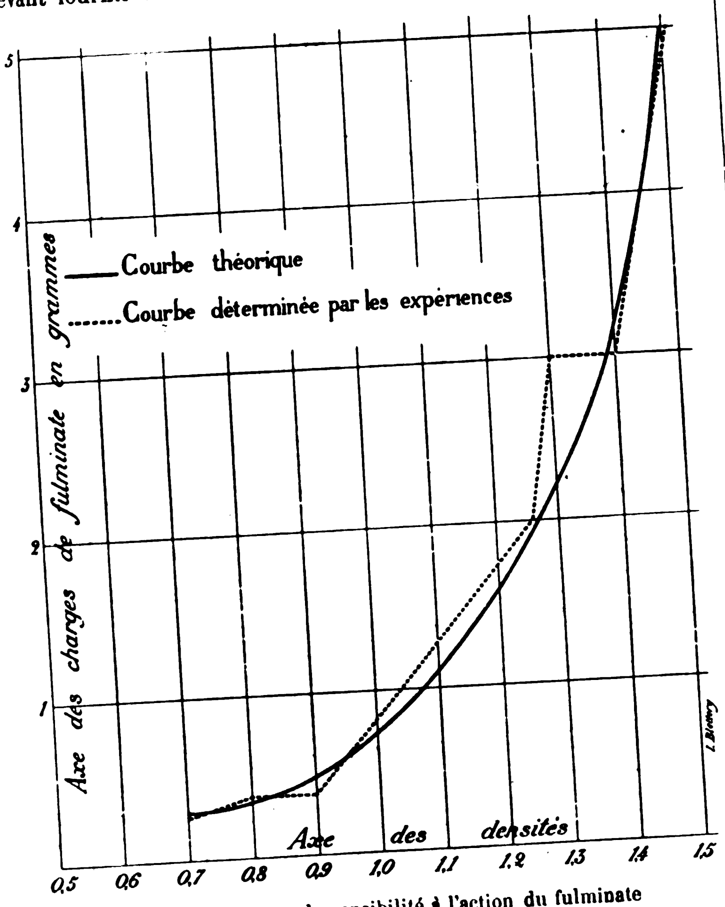


Fig. 1. — Courbe de sensibilité à l'action du fulminate en fonction de la densité.

immédiate. Toutefois, jusque dans ces dernières années, ces deux parties formaient, dans tous les explosifs brisants connus, des composés parfaitement définis. Les découvertes successives du coton-poudre par Schœnbein, en 1845, de la nitroglycérine par Sobrero, en 1847, et tout particulièrement de son utilisation comme dynamite par Nobel, en 1863, ne firent qu'accréditer l'idée qu'on avait alors, que pour former un explosif brisant, il fallait constituer une véritable combinaison chimique. Or, c'est précisément cette propriété d'être un corps composé parfaitement défini qui rend tous ces explosifs très instables et qui, par suite, rend leur manipulation très dangereuse.

C'est vers 1873 que le docteur Sprengel, le premier, fit remarquer qu'on pouvait substituer à ces combinaisons dangereuses de simples mélanges absolument sans danger. Mais les premiers mélanges indiqués par Sprengel n'eurent guère de succès, car presque tous étaient liquides et, par suite, étaient peu pratiques et d'une application difficile dans l'industrie. Ce fut alors qu'un officier français, le commandant du génie Favier, adoptant les idées émises par Sprengel, entreprit de longues recherches qui l'amenèrent à découvrir les explosifs qui portent encore aujourd'hui son nom.

Théorie chimique. — Le commandant Favier, dans un petit ouvrage (1) rédigé peu de temps avant sa mort et publié en 1889, explique, de la façon suivante, comment il arriva à la découverte de ces explosifs :

« On sait que tout système d'atomes qui constitue une molécule perd par le fait de cette réunion une partie de sa force vive; cette perte a été compensée le plus généralement par un dégagement équivalent de chaleur et il faudra, en conséquence, lorsqu'on voudra détruire la combinaison, rendre aux atomes l'intégrité de leur force vive par une restitution correspondante d'énergie.

» Les explosifs nitrés doivent leur naissance à une série de réactions chimiques qui amènent certains corps élémentaires : carbone, hydrogène, oxygène, etc., à coexister les uns près des autres sans que leurs affinités les plus intenses soient satisfaites. La force vive perdue par leurs atomes est faible par suite, et la chaleur dégagée, qui en est la mesure, peu considérable; mais ces atomes n'en resteront pas moins en équilibre, tant qu'une cause extérieure ne viendra pas leur restituer la force vive qu'ils ont perdue, et leur communiquer l'énergie chimique nécessaire pour leur permettre de constituer rapidement de nouveaux groupements moléculaires qui dégageront des quantités de chaleur considérables, en rapport avec les affinités qui seront alors satisfaites.

» Toutes les manifestations de l'énergie : chaleur, travail, électricité, peuvent déterminer la détonation des matières explosives. La chaleur, par exemple, en rendant aux atomes l'intégralité de leur force vive, détruira la combinaison primitive et, en exaltant leur activité chimique, leur permettra de constituer rapidement des systèmes d'équilibre plus stables. Toutes les matières explosives, en effet, détonent sous l'influence d'une température suffisamment élevée, qui peut servir de mesure à leur stabilité.

» De même il est aisé de comprendre que, par le choc également, la détonation pourra se produire, si la force vive qui anime le marteau est assez considérable pour communiquer à la matière explosive l'énergie nécessaire pour provoquer cette détonation. L'action de la

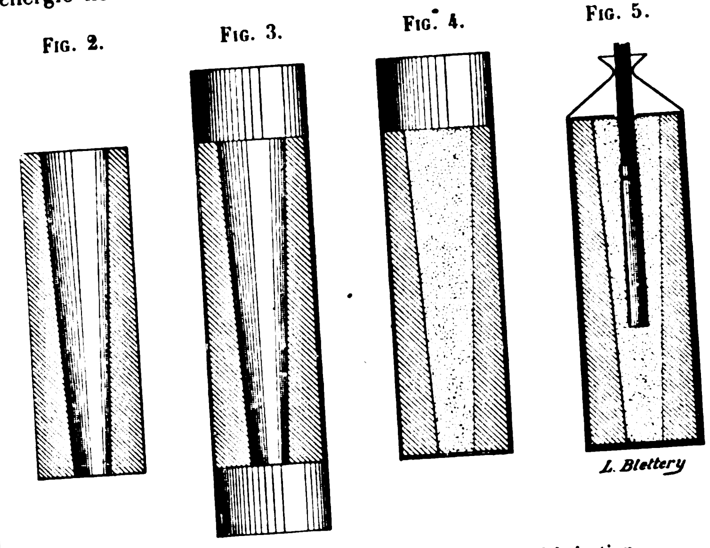


Fig. 2, 3, 4 et 5. — Phases successives de la fabrication des cartouches comprimées.

capsule de fulminate s'explique d'une façon tout à fait analogue. En résumé, il y a deux phases successives dans la détonation des explosifs nitrés : la première, qui détermine, par l'action d'une énergie extérieure, la dissociation de leurs éléments, et la seconde, pendant laquelle ces mêmes éléments, obéissant à leurs affinités les plus intenses, constituent de nouveaux arrangements et dégagent des quantités considérables de chaleur.

» En se basant sur ces observations, on formera deux conclusions très importantes :

» 1° Puisque, dans la détonation des dérivés nitrés, le groupement primitif de leurs atomes doit être préalablement détruit, il est bien inutile de s'exposer aux dangers qui résultent de la fixation des éléments azotiques sur les substances hydrocarbonées, et on doit pouvoir obtenir des explosifs aussi puissants en juxtaposant simplement ces mêmes éléments;

» 2° En augmentant convenablement la force de l'ébranlement moléculaire initial nécessaire pour déterminer l'explosion des corps nitrés, on doit pouvoir amener à détoner des substances qui sont stables dans les conditions ordinaires.

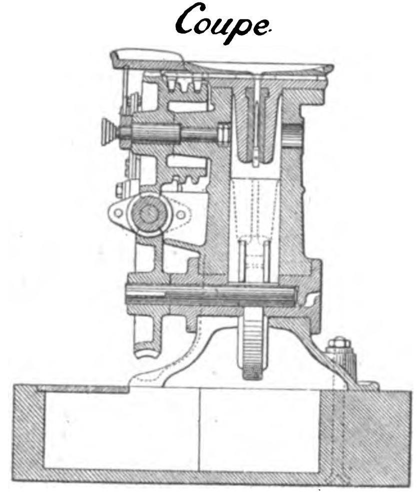
» L'expérience a montré qu'il en était bien ainsi et qu'un grand nombre de composés assez résistants aux influences extérieures pour pouvoir être manipulés sans aucun danger, faisaient cependant explosion sous l'influence d'un ébranlement moléculaire suffisant. »

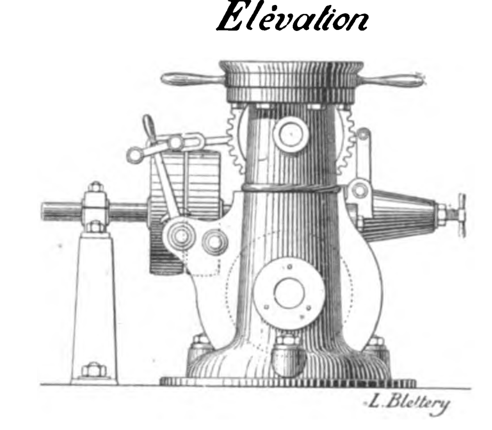
Toutes les substances cédant aisément leur oxygène, mélangées en proportions convenables avec des hydrocarbures naturels ou nitrés, font explosion dans ces conditions.

(1) *Les Matières explosives en 1889*, par A. Favier.

Ayant établi d'une façon indiscutable ces principes, le commandant Favier n'avait plus qu'à choisir les corps devant constituer son explosif. Pour le comburant, il s'arrêta principalement au nitrate d'ammoniaque, et pour les combustibles, après de longues recherches, il donna la préférence aux naphtalines nitrées. Ces corps étaient mélangés d'une façon absolument intime et on évitait ainsi les dangers causés par les vraies combinaisons chimiques, tout en ayant des explosifs aussi puissants que ceux formés par ces combinaisons.

Depuis la mort du commandant Favier, on a considérablement perfectionné la fabrication industrielle des explosifs de sûreté et on a complètement étudié les mélanges répondant le mieux aux besoins de





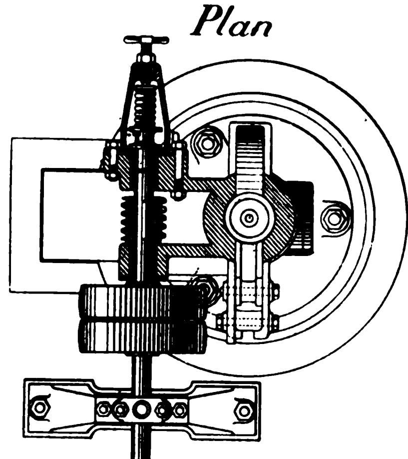


Fig. 6, 7 et 8.

Coupe, plan et élévation de la presse servant à la compression des cartouches.

(Échelle de 0m,004 par mètre.)

l'Industrie. Actuellement, la Société qui exploite les brevets Favier en France, livre six espèces de poudres au commerce ; ces poudres ont les compositions suivantes :

1° Poudre n° 1A.

Nitrate d'ammoniaque.	88
Binitronaphtaline . . .	12

2° Poudre n° 1B.

Nitrate d'ammoniaque.	67
Nitrate de soude . . .	19
Nitronaphtalines . . .	14

3° Poudre n° 2.

Nitrate d'ammoniaque.	44
Nitrate de soude. . . .	40
Nitronaphtalines . . .	16

4° Poudre n° 3.

Nitrate de soude . . .	80
Mononitronaphtaline .	20

Les deux autres produits sont des explosifs tout spéciaux à l'usage des mines grisouteuses et poussiéreuses. Leur composition a, en effet, été étudiée de telle manière que la température de détonation de ces produits n'atteigne pas, pour le premier, 1 500°, pour le second, 1 900°. Ces températures *limites* sont celles adoptées par la Commission française du grisou pour les explosifs autorisés à servir, soit en couche, soit en roche, dans les mines grisouteuses.

La composition de ces deux explosifs est la suivante :

5° Grisounite couche.

Nitrate d'ammoniaque. .	95,5
Trinitronaphtaline . . .	4,5

Température de détonation : 1 445°.

6° Grisounite roche.

Nitrate d'ammoniaque. .	91,5
Binitronaphtaline. . . .	8,5

Température de détonation : 1875° [1].

Fabrication des explosifs. — Avant de passer à la description de la fabrication des cartouches, nous dirons quelques mots des matières premières qui entrent dans leur composition et de la production de ces matières premières dans l'industrie.

(1) Ces températures de détonation ont été minutieusement calculées par M. Le Chatelier (Voir *Le Grisou*, par H. Le Chatelier).

1° Le nitrate d'ammoniaque. — L'importance, pour les sociétés qui fabriquent les explosifs de sûreté, d'obtenir industriellement du nitrate d'ammoniaque au meilleur compte possible, les a engagées dans une série de tentatives que nous croyons intéressant d'énumérer ici, bien qu'elles n'aient pas toutes été couronnées de succès au point de vue de leur rendement industriel.

La presque totalité du nitrate d'ammoniaque qu'on trouve actuellement dans l'industrie est obtenue en saturant directement l'acide nitrique par l'ammoniaque liquide et en concentrant le mélange. Le procédé est économique dans les endroits où l'on peut obtenir à bon compte les eaux ammoniacales, surtout quand on peut obtenir en même temps des petites eaux acides, résidus d'une autre fabrication. Quand ces conditions ne sont pas réalisées, le nitrate produit coûte cher et on songe naturellement à utiliser, soit le sulfate d'ammoniaque que produisent toutes les usines à gaz, soit le nitrate de soude qu'on trouve maintenant partout, soit encore ces deux produits simultanément.

En Belgique, on a trouvé avantageux d'employer le sulfate d'ammoniaque, soit en dégageant l'ammoniaque par la chaux et en le recueillant dans de l'acide nitrique, soit en saturant préalablement l'acide nitrique par la chaux et en mélangeant dans les proportions équivalentes le nitrate de chaux et le sulfate d'ammoniaque. La solution de nitrate d'ammoniaque était décantée et concentrée.

La Société française des Poudres de sûreté a expérimenté un procédé qui consiste à fondre ensemble un mélange, en proportions équivalentes de sulfate d'ammoniaque et de nitrate de soude, à pulvériser le mélange fondu sous des meules et à le traiter ensuite par l'alcool méthylique qui dissolvait le nitrate d'ammoniaque et laissait intact le sulfate de soude; une distillation dans un appareil approprié séparait l'alcool. Ce procédé n'a toutefois pas été appliqué en grand parce que l'on a craint que le mélange de nitrate d'ammoniaque et d'alcool ne constituât un explosif présentant certains dangers qui n'existent pas avec l'explosif Favier complètement fini. Malgré cela, ce procédé peut être considéré comme très intéressant.

La même Société a encore essayé la fabrication concomitante du nitrate d'ammoniaque et du phosphate de chaux précipité. On dissolvait des phosphates naturels dans de petites eaux nitriques, on traitait par un lait de chaux qui précipitait le phosphate bicalcique, on décantait, puis on traitait par des eaux ammoniacales carbonatées qui précipitaient du carbonate de chaux.

Enfin, on a encore essayé l'utilisation du nitrate de soude en séparant la soude par l'acide hydrofluosilicique qu'on régénérait en calcinant l'hydrofluosilicate de soude et en faisant arriver dans l'eau le fluorure de silicium produit. L'acide nitrique servait à dissoudre des phosphates comme dans le procédé précédent.

Tous ces procédés ont été abandonnés depuis que les fours à coke produisent assez d'ammoniaque liquide. On serait obligé de les reprendre si les conditions actuelles de l'industrie des sels ammoniacaux venaient à se modifier.

2° Les nitronaphtalines. — La fabrication des nitronaptalines est assez simple. Quel que soit le degré de nitrification désiré, on est obligé de passer par la *mononitronaphtaline* qui s'obtient en faisant un mélange intime de 15 parties de naphtaline raffinée et de 12 parties de nitrate de soude. On prend ensuite ce mélange et on l'introduit dans les terrines à réaction contenant les eaux-mères de la binitronaphtaline. La proportion du mélange aux eaux-mères est de 9 à 10. On laisse les matières en contact pendant dix jours, en ayant soin d'agiter le mélange très fréquemment et en ne laissant pas la température s'élever, ce que l'on obtient par une ventilation énergique des appareils. On n'a plus, après cela, qu'à décanter, laver et sécher la mononitronaphtaline formée.

La *binitronaphtaline* s'obtient d'une façon tout à fait analogue : les terrines sont chargées de 6 parties de mononitronaphtaline, de 13 parties d'acide sulfurique à 66° Baumé et de 5 parties d'acide nitrique à 40° Baumé. Ici encore, le contact a lieu pendant dix jours et les agitations doivent être fréquentes, afin d'empêcher toute élévation de température.

Pour la *trinitronaphtaline*, on triture ensemble un mélange composé de 79 parties de nitrate de soude, 12 de mononitronaphtaline et 9 de binitronaphtaline qu'on introduit peu à peu dans de l'acide sulfurique



à 66° Baumé chauffé à 90°. La réaction est terminée au bout d'une demi heure. On ajoute de l'eau pour dissoudre le sulfate de soude et on lave la trinitronaphtaline formée.

On voit, d'après ces quelques indications, que ces fabrications sont simples et que les appareils nécessaires se résument à des malaxeurs

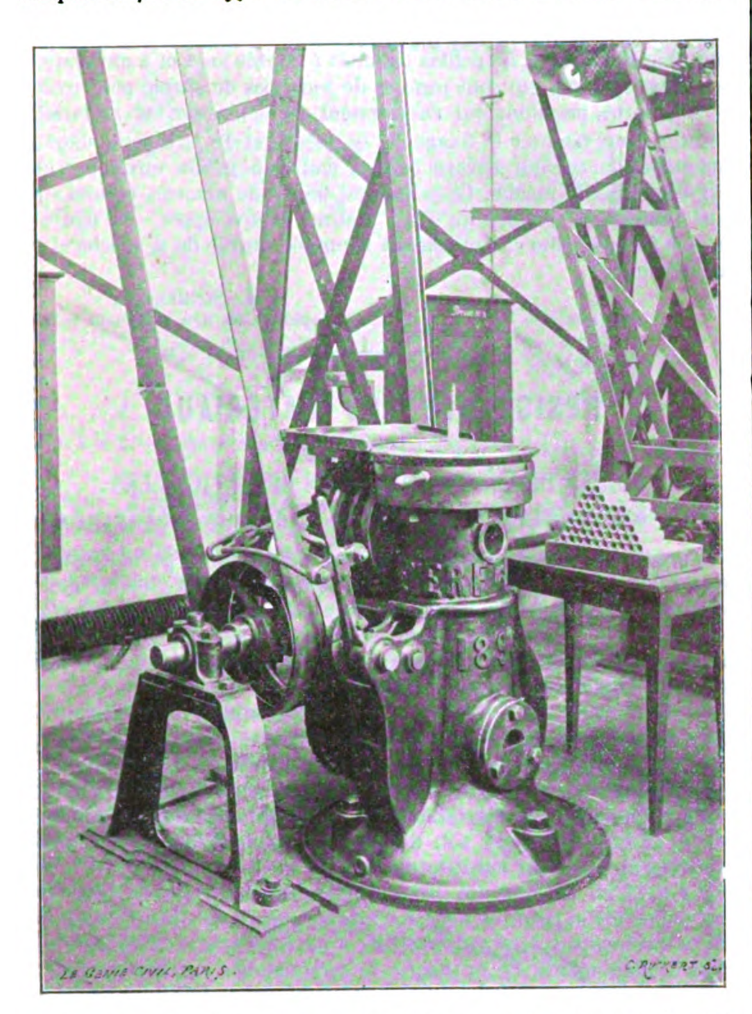


FIG. 9. — Vue de la presse servant à la compression des cartouches.

pour faire les mélanges, à des terrines en grès pour opérer la nitrification et à un ventilateur pour l'aérage et l'abaissement de température.

L'explosif s'obtient en mélangeant les matières premières, bien séchées, suivant les proportions exactes indiquées plus haut. Pour obtenir un mélange parfait, on les porte dans de grands malaxeurs spéciaux. Ces malaxeurs sont chauffés par une conduite de vapeur en spirale placée sous la cuvette tournante qui reçoit son mouvement par deux roues d'angle. L'écrasement des matières se au moyen de deux grosses meules en granit de 70 centimètres de diamètre. Ces meules, par le frottement de la cuvette tournante, roulent sur elles-mêmes et produisent un mélange très intime. Le déchargement s'obtient très facilement, même en marche, au moyen d'une grande pelle à vidange que l'on peut rabattre autour d'un axe. Cette pelle est équilibrée par un contrepoids qui la maintient en l'air pendant toute la durée du broyage. Pour la vidange, on actionne le contrepoids : la pelle se rabat sur la cuvette et la poudre est recueillie presque instantanément.

Cette façon d'opérer n'est appliquée qu'à l'étranger, car en France, par suite du monopole de l'État sur les explosifs, les Sociétés particulières n'ont pas le droit de faire ces mélanges elles-mêmes; elles les reçoivent tout faits des poudreries nationales [1].

Les poudres livrées par l'État sont expédiées en caisses métalliques, hermétiquement closes au moyen d'un bouchon muni d'une calotte en caoutchouc, et recouvertes encore par une autre caisse en bois, solidement construite. Le double emballage est, du reste, réglementaire pour toutes les poudres livrées par l'État à l'industrie privée.

A leur arrivée à l'usine de fabrication des cartouches, ces caisses sont ouvertes en lieu sec ; la matière extraite, qui pendant le transport a pu prendre un peu d'humidité, est placée sur des manettes et resséchée à l'étuve sur des étagères disposées spécialement à cet effet. Cette étuve, chauffée par des tuyaux à ailettes, peut être mise en communication directe, soit avec la vapeur d'échappement du moteur, soit avec la vapeur sous pression, ce qui permet de régler très aisément la température. Remarquons, toutefois, que jusqu'à présent, même pendant les froids les plus vifs, la vapeur d'échappement a largement suffi pour le chauffage demandé. La surface de chauffe des tuyaux de vapeur a été calculée de manière à avoir régulièrement une température moyenne de 50° à 60°, reconnue la meilleure pour le rapide séchage des matières ayant pris un peu d'humidité. Dans le but d'éviter les déperditions de chaleur considérables par les parois, on a essayé de divers isolants. C'est ainsi qu'on a obtenu de très bons résultats avec les briques en liège et tout particulièrement avec la pierre ponce agglomérée qui s'est montrée un isolant de tout premier ordre.

Après séchage complet, la poudre est portée à la tamiserie. Cette dernière consiste en une caisse en bois, dont le fond est formé par un plan incliné, recevant la poudre du tamis et la distribuant à sa partie avant dans des baquets de réception. La caisse repose sur quatre tiges en bois dur élastique qui permettent le mouvement de va-et-vient que reçoit tout l'appareil au moyen d'une came montée sur un arbre de commande placé sur un bâti en bois, à l'arrière de la tamiserie. L'inclinaison du tamis peut être changée à volonté, suivant la poudre à tamiser.

Les poudres refusées par le tamis sont portées à un petit malaxeur. Celui-ci est à double fond et à chauffage par la vapeur. Sa cuvette est fixe, et c'est la meule qui tourne ici autour de l'axe central de l'appareil, recevant son mouvement à la partie inférieure du bâti par deux roues d'angle, commandées par un couple de poulies, l'une fixe et l'autre folle. Les grains malaxés repassent ensuite à la tamiserie, et la poudre, une fois malaxée et tamisée, est prête à être livrée pour la fabrication des cartouches *comprimées* ou des cartouches *pulvérulentes*. Nous décrirons successivement la fabrication spéciale de ces deux genres de cartouches.

1° FABRICATION DES CARTOUCHES COMPRIMÉES. — Les cartouches comprimées ont pour but d'augmenter considérablement la densité de la poudre et, par suite, de diminuer le volume de la cartouche, tout en laissant à celle-ci la sensibilité qu'elle aurait à l'état pulvérulent. La densité de la poudre a, en effet, une influence essentielle sur sa sensibilité à l'action de la capsule de fulminate de mercure. En considérant la courbe de détonation, représentée figure 1, qui a été établie après de longues et délicates expériences, on voit que dès que la densité de l'explosif atteint 1,2 à 1,3, il faut déjà de fortes capsules de 2 grammes pour le faire détoner. Il était donc indispensable, si l'on

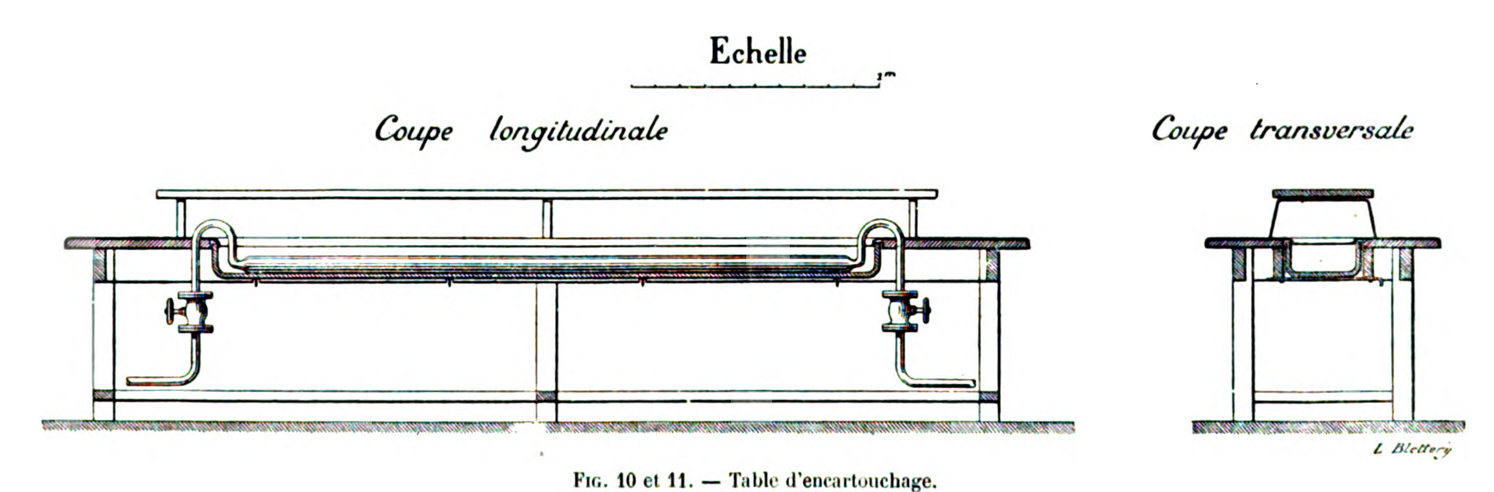


FIG. 10 et 11. — Table d'encartouchage.

(1) Dans les poudreries de l'État, le broyage et le mélange des deux produits se font dans de grands malaxeurs en pierre, munis de meules très lourdes pesant plusieurs milliers de kilogrammes. Au bout d'un temps relativement très court, le mélange est absolument intime et toute trace d'humidité a disparu, par suite de la pression énorme exercée par les meules.



voulait augmenter la densité du produit, de s'arranger de telle façon que la partie en contact immédiat avec la capsule, restât à l'état pulvérulent. C'est ce que fit le commandant Favier en munissant sa cartouche comprimée d'un détonateur central pulvérulent.

Il constitua alors la cartouche de deux éléments (fig. 2, 3, 4 et 5) : 1° La partie comprimée extérieure ; 2° la partie en pulvérin, intérieure, dans laquelle on plonge la capsule.

La partie centrale, en détonant par l'action de la capsule, transmet l'ébranlement nécessaire à la partie comprimée qui fait alors explosion à son tour. Il va sans dire que ces trois explosions sont simultanées.

La partie comprimée est fabriquée à la *presse à cartouches*. Cette machine (fig. 6, 7, 8 et 9) fonctionne d'une façon très simple et donne de très bons résultats.

La mise en marche de la machine s'obtient par deux poulies l'une fixe, l'autre folle, faisant tourner la vis sans fin, calée sur leur arbre; cette vis met en mouvement deux engrenages hélicoïdaux. Sur l'arbre de l'engrenage inférieur est calée la came de commande de la compression, qui s'obtient par la montée du cylindre glissant dans le bâti de la presse. Ce cylindre porte, à sa partie supérieure, une tige sur laquelle vient se fixer un piston, guidé dans sa course par une matrice démontable. A un moment donné, on ferme les glissières, et si, au préalable, on a eu la précaution de remplir de poudre l'espace vide autour du piston, il en résulte que, par suite de la montée du piston, cette poudre ne pouvant sortir de l'espace clos dans lequel elle est renfermée, se comprime d'autant plus que la montée de ce piston est plus grande. Mais si, avant que celui-ci soit arrivé à fin de course, les glissières sont de nouveau ouvertes, le piston continuant à monter, fait sortir la cartouche comprimée au-dessus du plateau supérieur et l'ouvrière préposée à la machine n'a plus qu'à la recueillir. Le mouvement de va-et-vient des glissières s'obtient par l'engrenage supérieur, solidaire d'une roue à rainures. Dans ces rainures glissent deux galets fixés à chacune des glissières et, suivant que les rainures sont plus ou moins rapprochées, les galets-guides obligent les glissières à se fermer plus ou moins. On obtient donc aisément le mouvement de va-et-vient désiré.

Le chargement de la poudre se fait par l'ouverture supérieure. Elle est exactement pesée par une deuxième ouvrière qui la verse dans la presse à chaque descente du piston, alors que la première ouvrière dirige la marche de la machine et ne fait que recueillir la cartouche à sa sortie de l'appareil.

Comme les pistons et les matrices sont démontables, il est évident que l'on pourra faire varier le diamètre de la cartouche fabriquée de même que sa longueur qui ne dépend que de la hauteur donnée au piston. On constituera donc ainsi des cartouches ayant non seulement des diamètres divers, mais encore des poids variables parfaitement définis.

Si, par inattention, une double charge de poudre était introduite dans la machine, ce qui risquerait de causer la rupture des engrenages, la presse est construite de façon à débrayer automatiquement sous l'action de cette double charge. A cet effet, l'arbre de commande peut se déplacer latéralement d'une petite quantité. Si la pression est trop forte et la résistance trop grande, l'engrenage de commande tend à s'arrêter et exerce une pression contraire sur les filets de la vis. Celle-ci est calée sur l'arbre de commande, elle ne peut bouger, mais elle oblige ce dernier à se déplacer latéralement. Par suite de ce déplacement, l'extrémité de l'arbre vient buter sur un ressort *r* qui agit sur un bras de levier commandant la fourchette de débrayage, et l'arrêt automatique de la machine se produit instantanément.

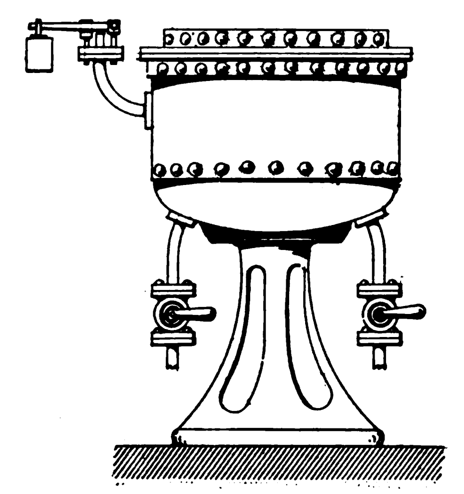


Fig. 12. — Bac à paraffiner les cartouches.

La partie comprimée de la cartouche ainsi fabriquée, est ensuite portée à la *table d'encartouchage* (fig. 10 et 11) où elle reçoit son enveloppe de papier paraffiné qui sert à protéger la cartouche contre l'humidité, et qui est immédiatement collée sur toute sa longueur et à l'une de ses extrémités. Ce collage se fait avec de la paraffine, tenue continuellement à l'état de fusion au moyen d'un tuyau de vapeur passant au milieu d'une bassine disposée au centre de la table d'encartouchage.

La cartouche ainsi collée à l'une de ses extrémités est alors envoyée à la *table de remplissage*, où des ouvrières remplissent à la main le vide central de la cartouche en y mettant la poudre pulvérulente qui sert à transmettre la détonation à la partie comprimée. La cartouche est ensuite fermée et collée à son autre extrémité; elle se trouve alors complètement terminée.

Comme il pourrait cependant arriver que, par suite des joints du papier paraffiné, la cartouche ne soit pas toujours hermétiquement close, on la retrempe encore dans un deuxième bain de paraffine. Ce trempage se fait dans les petites bassines à double fond et à circulation de vapeur (fig. 12) qui sont munies de soupapes de sûreté pour éviter de trop fortes pressions qui risqueraient de détériorer les appareils.

Enfin, pour faciliter le fixage de la mèche et de la capsule dans la cartouche, on enroule encore celle-ci dans un papier enveloppe qui sert à attacher la mèche. Ce papier est teinté de nuances variées suivant l'espèce de poudre qu'il est destiné à envelopper. La figure 5 montre la cartouche complètement terminée munie de la mèche et de la capsule.

H. Schmerber,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

LIGNES DE LÜDERS OU LIGNES SUPERFICIELLES
qui apparaissent sur les métaux déformés.

Lorsqu'un morceau d'acier subit une déformation permanente, il se manifeste *parfois* sur la surface des lignes ou stries plus ou moins accentuées dont la forme varie d'ailleurs avec la nature de l'opération qui a provoqué cette déformation, selon qu'il s'agit, en un mot, d'un effort de pliage de traction, de compression, de cisaillement, de poinçonnage, d'emboutissage, etc.

Ce phénomène est étudié depuis quelques années avec l'attention toute spéciale qui s'attache à un fait considéré comme entièrement nouveau et qui serait resté inconnu jusqu'à présent. Divers observateurs particulièrement expérimentés en font actuellement le sujet de leurs recherches, et s'attachent à y trouver la manifestation des propriétés intimes des corps, soit dans la transmission des efforts mécaniques, soit dans leur constitution même.

Il y a là en un mot un sujet d'observations curieuses, lesquelles ont même été le point de départ d'une théorie de la transmission des efforts qui tendrait, si elle est vérifiée, à modifier grandement les principes fondamentaux de la théorie de la résistance des matériaux.

En raison de l'importance du sujet, nous avons cru intéressant d'y apporter notre contribution, et, en dehors de quelques observations personnelles dont nous parlons plus loin, nous avons recherché d'abord les études antérieurement faites à ce sujet par divers expérimentateurs, et nous relatons ici quelques-unes des principales d'entre elles.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a bien voulu accueillir, dans son Bulletin de septembre 1896, notre premier travail sur la question; nous en reproduisons ici les éléments principaux pour les lecteurs du *Génie Civil*, et nous y ajouterons, pour compléter cette étude, d'autres renseignements que nous avons pu recueillir depuis lors.

Les lignes superficielles qui se manifestent sur les pièces en acier déformées ont été désignées, par quelques auteurs, sous le nom de *lignes de Lüders*, car c'est lui qui, le premier, paraît en avoir donné une description à la suite d'expériences effectuées dans les conditions suivantes :

En 1854, aux forges de Magdesprung (1), dans l'essai au choc d'un échantillon de fer plat de 56×16, Lüders remarqua, sur les deux faces de la partie pliée, un dessin semblable aux stries d'une lime : c'était la couche d'oxyde couvrant le métal qui s'était craquelée suivant un grand nombre de lignes droites parallèles se coupant à angle droit avec une très grande régularité.

Dans ses nombreux essais à la flexion et à la trempe, effectués sur des barres de constitution chimique différente, Lüders constata que les dimensions de la section du métal restaient sans influence sur la production du phénomène dont l'apparition, d'ailleurs assez rare et irrégulière, dépendait de la composition chimique du fer employé.

Ainsi les figures ne se montrèrent ni sur les fers à gros grains, ni sur les fers fibreux, ni sur les fers à grains fins, mais uniquement sur les matières tenaces et à qualité d'acier à nerf fin et blanc, comme l'acier à ressorts.

Les figures les plus belles et les plus régulières apparurent sur l'acier allemand ayant subi un affinage et servant à la confection de couteaux à chiffons.

Ces couteaux sont aiguisés, trempés et recuits. Le recuit détermine la production d'une faible couche d'oxyde sur les deux faces de la lame et, comme il s'agissait de pièces hétérogènes présentant des ré-

(1) Magdesprung, village du duché d'Anhalt, situé sur la Selke, près de Harzgerode.



gions de dureté différente, les dessins se produisaient dans cette légère couche et occupaient les régions affectées par le pliage lorsqu'elles étaient constituées par un acier suffisamment dur.

Les figures 1 et 2 montrent ces lignes en vraie grandeur; la ligne AB représente l'axe longitudinal de la lame.

Lüders se préoccupa de déterminer si ces lignes, qui se montraient aussi bien sur le champ que sur le plat des barres, pénétraient aussi

Fig. 1 et 2. — Lignes droites apparues sur une lame d'acier polie, trempée et recuite. Expérience de Lüders.

à l'intérieur : à cet effet, il opéra sur des morceaux qui avaient été parfaitement polis et traités par l'acide nitrique très étendu.

Ce procédé lui donna des figures joliment gravées en blanc sur fond brun et qui apparurent seulement aux places où elles étaient visibles auparavant, c'est-à-dire à l'endroit du pliage, mais avec une nuance plus belle.

Sur la surface de la barre pliée, apparaissaient deux systèmes de lignes parallèles se coupant à angle droit et inclinées à 45° sur l'axe longitudinal de la barre.

Dans un seul essai, un troisième système de lignes se grava à angle droit sur l'axe de flexion, c'est-à-dire en diagonales des carrés.

Dans certains cas, les angles formés par les lignes entre elles restaient absoluments droits, tandis que, dans d'autres cas, ces carrés se transformaient en losanges.

L'étain pur donna des lignes au ploiement, mais les alliages d'étain, le plomb, le zinc ne montrèrent pas ce phénomène.

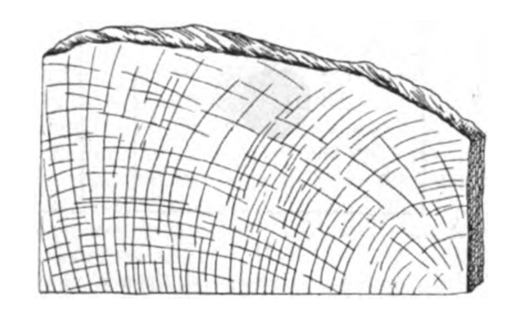


Fig. 3. — Lignes courbes apparues sur un morceau d'acier cisaillé. Expérience de Lüders.

Les lignes obtenues étaient toujours droites ; toutefois Lüders observa sur un morceau d'acier à ressorts, cisaillé à la machine, des courbes se coupant (fig. 3).

Lüders attribue la courbure de ces lignes à des variations de direction accidentelles que les lames de la cisaille ont pu prendre à chaque moment de l'opération : il les considère donc comme une exception et n'admet que des lignes droites se coupant sous des angles variables d'un échantillon à l'autre.

Quant à l'explication de leur origine, il admet, d'après Fuchs, que l'acier doit être un mélange de fer cubique et de fer rhomboédrique maintenus en continuelle tension ; les déformations intérieures du métal produiraient, en outre, d'après lui, dans la cristallisation, un système de lamelles à faces parallèles planes qui laisseraient leur trace sur la face supérieure de la barre, et qui sont rendues visibles par le fendillement de la couche supérieure d'oxyde.

En résumé, M. Lüders paraît être le premier auteur qui ait signalé l'apparition de lignes droites sur les métaux déformés par l'action du pliage et de la trempe, la seule d'ailleurs qu'il ait observée. La découverte qu'il a faite à cet égard s'est produite en quelque sorte par hasard, sans qu'il ait cherché à préparer intentionnellement les conditions d'une expérience proprement dite. En opérant sur des barres polies, trempées et recuites, il s'est trouvé amené naturellement, en pratiquant un essai de choc, à observer sur la couche d'oxyde les craquellements qui se produisent alors quelquefois d'une façon particulièrement nette et distincte.

Tout en ne donnant lui-même les remarques ainsi faites que comme pouvant surtout servir de point de départ aux recherches ultérieures des expérimentateurs, il a cru pouvoir conclure, de ses premières observations, que les déformations superficielles dont il constatait l'existence devaient témoigner de l'action des forces intimes agissant à l'intérieur même des pièces étudiées, bien que, cependant, l'expérience qu'il apporte à l'appui de cette opinion ne paraisse pas autrement probante.

Cette intéressante observation de Lüders ne paraît pas avoir éveillé la curiosité de ses contemporains, car la question fut délaissée et oubliée.

Nous avons retrouvé récemment dans les bulletins de la *Société américaine des Ingénieurs mécaniciens* (1) un travail important de M. Théodore Cooper sur les déformations développées dans les métaux soumis à l'application de certains efforts. L'auteur signale qu'en essayant des éprouvettes en acier provenant des tôles du pont de Keystone, il remarqua ces craquelures spéciales sur la surface des éprouvettes soumises à des efforts, et il se mit donc à faire l'étude de ce phénomène qu'il considérait comme resté inconnu jusque-là.

La figure 4 montre la disposition des craquelures observées par M. Cooper sur la tête d'une des éprouvettes de traction examinées après rupture. L'éprouvette essayée avait une section de 3" (0,076) sur 1"1 (0,0277) dans la partie étranglée de 7" $^3/_4$ (0,196) sur 1"2 (0,030) et dans les têtes.

Le diamètre des trous d'attache ménagés dans les têtes atteignait 3" (0,076), et la distance des trous, comptée de centre en centre, 3'9" (0,099).

L'éprouvette était en acier non recuit après le travail de forge.

Lorsqu'elle fut soumise à l'essai, les lignes apparurent seulement

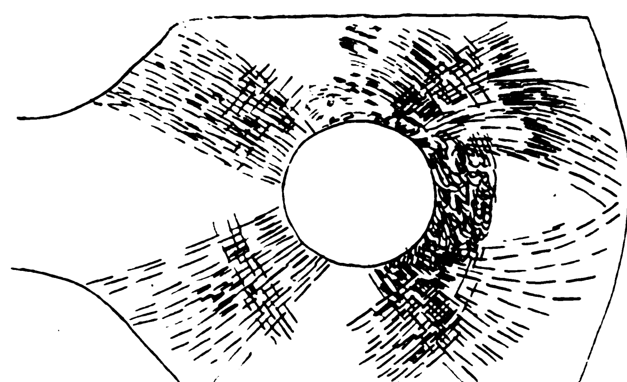


Fig. 4. — Disposition des craquelures observées par M. Cooper sur la tête des éprouvettes de traction, après rupture.

sous l'effort de 43350 lbs par pouce carré ($30^{kg}3$ par millimètre carré). La rupture se produisit à 71 700 lbs (50 kilogr. par millimètre carré).

La figure 5 montre la disposition des premières lignes obtenues dans l'essai d'une seconde éprouvette en métal recuit ayant les mêmes dimensions que la première. Ces lignes présentent deux directions nettement déterminées, obliques toutes deux sur l'axe de l'effort; elles commencèrent à apparaître sous la charge de 45 700 lbs (32 kilogr. par millimètre carré).

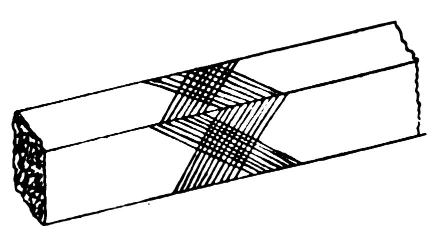


Fig. 5. — Disposition des lignes obliques en deux faisceaux sur les éprouvettes de traction.

La rupture eut lieu sous l'effort de 72 000 lbs (50 kilogr. par millimètre carré), au point précis où les premières lignes s'étaient ainsi manifestées.

L'auteur fit également d'autres expériences sur des éprouvettes portant des trous poinçonnés, afin d'observer les déformations des lignes dans le voisinage des trous.

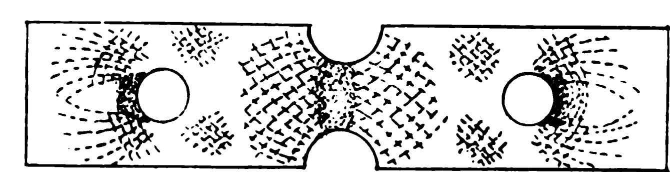


Fig. 6. — Lignes apparues sur les éprouvettes poinçonnées essayées à la traction.

La figure 6 représente l'une des images ainsi obtenues.

(1) Numéro de juin 1878.



Il étudia enfin l'influence du cisaillement et du poinçonnage et observa diverses lignes obtenues au cours de ces opérations (fig. 7 à 9).

M. Cooper essaya, en outre, d'expliquer théoriquement la formation de ces lignes qu'il n'hésita pas à considérer comme des manifestations intimes des métaux, et il adopta, à cet effet, comme point de départ de son explication, ce principe que les déformations subies n'avaient pas dû modifier la densité, ni le volume total des métaux expérimentés. Il en conclut, par conséquent, que, sous l'effort de traction, par exemple, qui produit un étirage dans une direction donnée, il doit se développer en même temps un effort de compression qui tend à réduire le volume du métal dans une direction sensiblement perpendiculaire à celle de l'étirage. Les lignes observées, étant dirigées suivant les bissectrices des directions de ces efforts, manifesteraient dès lors les zones restant neutres en quelque sorte.

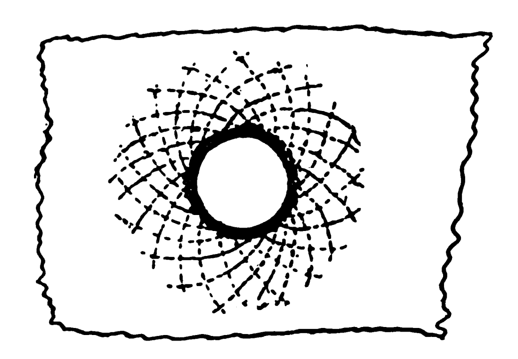


Fig. 7. — Lignes apparues dans le poinçonnage.

Ces lignes n'apparaissent pas sur tous les aciers; le nombre et la netteté de ces lignes dépendent, dans une certaine mesure, de l'épaisseur de la plaque. La forme des trous a aussi une influence marquée sur la disposition et la longueur de celles-ci.

Dans tous les essais de poinçonnage, la surface supérieure de la plaque

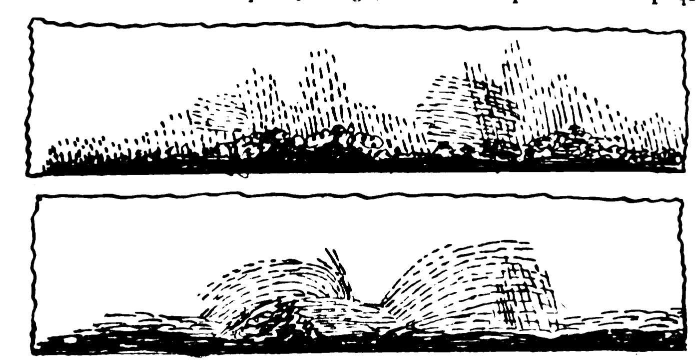


Fig. 8 et 9. — Lignes apparues dans le cisaillement.

ne montrait que des lignes peu développées (fig. 16) plus fines que celles de la surface inférieure (fig. 17), quelquefois même celles-ci manquaient.

Le chauffage suivi d'un refroidissement lent ne faisait pas disparaître les lignes, mais en affaiblissait seulement la netteté.

M. Cooper estime que, dans les autres opérations mécaniques, comme la compression, le poinçonnage, etc., il serait facile de retrouver une distribution analogue d'efforts opposés et d'expliquer ainsi la formation de ces deux séries de lignes qui se rencontrent dans la plupart des cas.

Il reconnaît, du reste, lui-même que les choses sont loin de se passer d'une façon complètement conforme aux déductions qui découleraient du principe ainsi posé, et il admet que certaines causes extérieures tenant principalement à la nature variable et au manque d'homogénéité des métaux expérimentés peuvent affecter grandement le tracé des lignes résultantes, de sorte que la théorie proposée ne peut fournir qu'une approximation assez lointaine.

Un journal russe (1) publia en 1884 une étude intitulée : *Quelques remarques sur l'effet produit par le poinçonnage de l'acier doux.*

L'auteur, M. Beck-Guerhard, savant Ingénieur des Mines, inspecteur du gouvernement au service de la voie en Russie, avait été amené à faire des expériences pratiques à l'usine de Poutiloff, dans le but de déterminer les différences de résistance que pouvait occasionner dans les éclisses de la voie le mode de percement des trous, soit par forage, soit par poinçonnage, afin de vérifier les observations signalées par M. Barba dans son ouvrage (2).

Voici, en résumé, ce qu'il dit :

Au lieu des ruptures microscopiques que je supposais trouver autour du trou poinçonné, j'observai que la surface polie du métal présentait un dessin de stries courbées disposées en gerbes qui se groupaient plus abondamment dans la direction des tangentes et s'y croisaient.

Ces dessins étaient parfaitement visibles sans le moindre grossissement; ils apparaissaient aussi bien sur les plaques poinçonnées directement que sur celles qui subissaient un alésage complémentaire, mais elles ne se voyaient jamais sur le métal percé au foret. Les figures 10, 11 et 12 montrent l'aspect des pièces essayées du côté de la surface supérieure, par où pénétrait l'outil, et les figures 13, 14 et 15 le côté de la surface inférieure. Dans ces trois essais, le premier trou a été poinçonné, puis alésé; le second percé au foret et le troisième, simplement poinçonné.

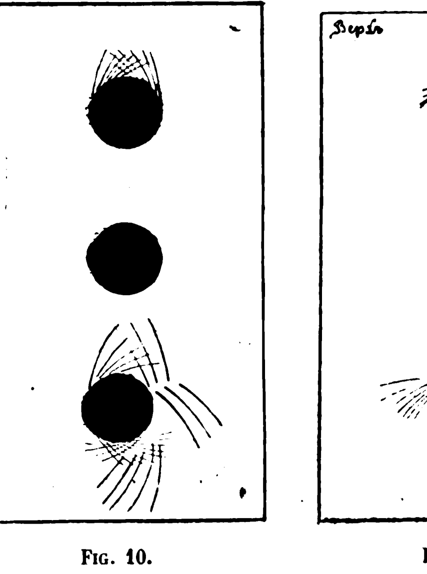


Fig. 10.

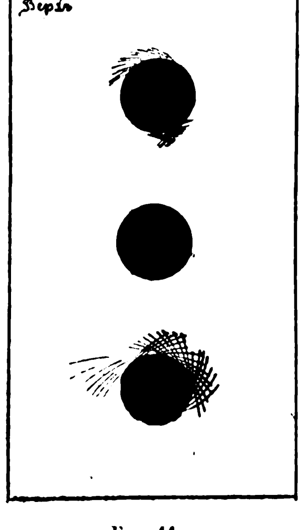


Fig. 11.

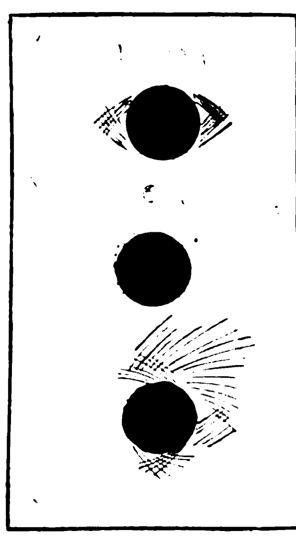


Fig. 12.

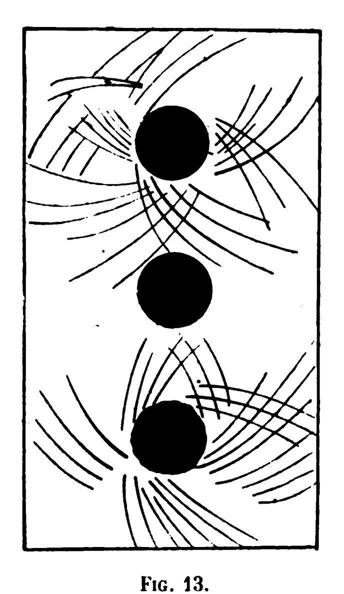


Fig. 13.

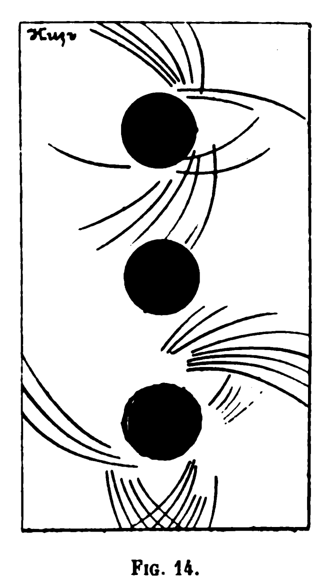


Fig. 14.

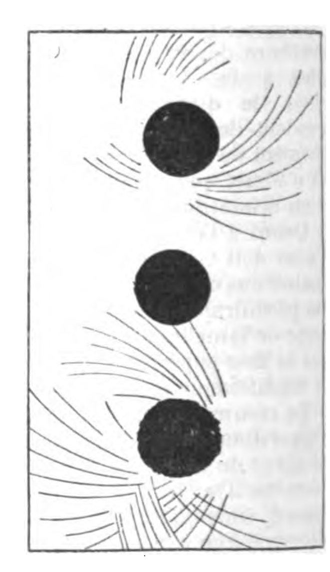


Fig. 15.

Fig. 10 à 15. — Lignes courbes apparues à la surface de plaques d'acier poinçonnées. Expériences de M. Beck-Guerhard.

(Fig. 10, 11 et 12 : Aspect de la face supérieure; Fig. 13, 14 et 15 : Aspect de la face inférieure.)

Le fer puddlé ne donne pas lieu à la formation de ces lignes, et M. Beck-Guerhard a observé celles-ci seulement, dit-il, sur des produits laminés de fer fondu ou acier doux.

Les lignes n'apparaissent plus dans les aciers plus durs, comme, par

(1) *Journal des Mines*, n° 3, mars 1884, p. 347 à 356. Résumé dans l'*Engineering News* du 13 décembre 1884, p. 279.

(2) *Étude sur l'emploi de l'acier.*



exemple, les aciers à ressorts (ceci est en contradiction avec l'observation de Lüders).

La plupart des échantillons présentaient les lignes courbes en creux sur la surface de la plaque, mais quelques-uns présentaient, au con-

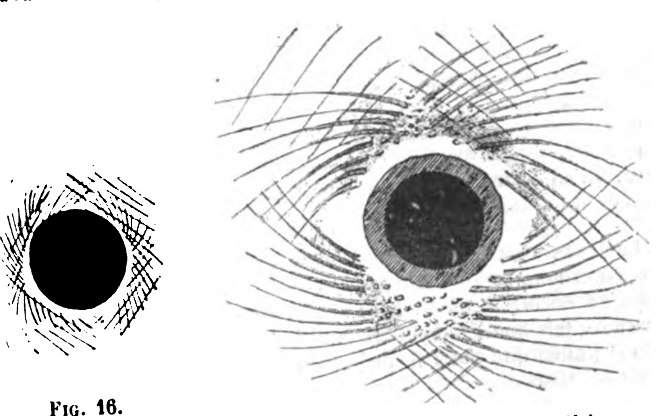


Fig. 16. Aspect de la face supérieure. Fig. 17. — Aspect de la face inférieure.

traire, des courbes en saillie, et cela quelquefois d'une quantité suffisante pour permettre de les sentir au toucher.

La plus grande hauteur et la plus grande largeur se manifestaient au point de départ et allaient ensuite en diminuant pour se niveler à l'extrémité.

Dans les plaques minces avec bords rabotés, les lignes étaient comme coupées en arrivant au bord, tandis que, dans les plaques avec bords intacts (laminés et non rabotés, par exemple dans les éclisses), les courbes se prolongeaient sur les bords et même quelquefois se recourbaient sur l'autre côté de la plaque.

Ces courbes peu apparentes sur la surface supérieure, ainsi qu'il a été indiqué, se transformaient, sur certains échantillons, en une série de rides très minces et courtes, et quelquefois si rapprochées qu'il se formait simplement autour du trou une couronne d'un mat caractéristique se détachant sur la surface polie de la plaque.

La plupart des échantillons étaient polis sur leurs faces avant le poinçonnage, cette opération toutefois n'était pas indispensable. On conçoit évidemment que les courbes apparaissaient alors beaucoup plus claires et visibles, mais M. Beck-Guerhard déclare qu'il les a vues cependant sur un grand nombre de produits (toujours en fer fondu) conservant leurs surfaces naturelles de laminage; quelquefois même, elles avaient une longueur étonnante, se détachant clairement en lignes couleur de rouille sur le fond moins rouillé des tôles.

M. Beck-Guerhard estime que ces lignes ne sont pas des rides ou plis superficiels, mais des traces visibles des affections ou déformations plus profondes et éloignées de la surface, et il croit avoir réussi à vérifier ce fait par le procédé suivant :

Dans une tôle d'acier doux, il a fait détacher à la machine à raboter deux échantillons de mêmes dimensions, dont les faces ont été polies; au centre de chaque plaque, il a fait percer un trou d'un pouce de diamètre, foré dans la plaque nº 1 et poinçonné dans la plaque nº 2.

Autour du trou foré, il ne s'est pas produit la moindre trace de courbes; mais, autour du trou poinçonné, il a obtenu un magnifique dessin peu prononcé en haut, très développé et palpable au doigt sur la surface supérieure.

Il attaqua encore la surface entière à l'acide, dont l'action fit complètement disparaître le dessin des courbes en laissant une surface unie, mais terne, parsemée de bulles aplaties et allongées par le laminage avec des petites fissures et des criques longitudinales.

Il découpa ensuite, dans cette plaque, huit éprouvettes parallèles, numérotées de 1 à 8, qui furent soumises à l'essai à la traction poursuivie jusqu'à rupture.

Après l'essai, la surface unie des barrettes apparut couverte de lignes en relief palpables au doigt; et, après qu'on eut replacé les barrettes suivant l'ordre primitif qu'elles occupaient dans la plaque (fig. 18), on retrouva, par l'assemblage de ces lignes nouvelles, le même dessin qui était apparu sur la plaque entière après le poinçonnage et avant la destruction des courbes par l'action de l'acide.



Fig. 18. — Vue, d'après photographie, d'éprouvettes provenant d'une même tôle d'acier doux, replacées dans leur ordre primitif après avoir subi l'essai à la traction.

En outre, les grandes courbes primaires ainsi obtenues se trouvaient accompagnées par des courbes plus minces et plus plates, mais ayant la même direction générale et le même caractère.

M. Beck-Guerhard reconnaît que ces lignes supplémentaires sont apparues sous l'effet de la traction, mais il estime qu'elles préexistaient cependant, et qu'elles étaient trop peu développées avant la traction, ce qui explique qu'elles n'ont pu être remarquées à l'œil sur la plaque poinçonnée.

Fig. 19. — Vue d'un morceau de tôle d'acier poinçonné, montrant des courbes bifurquées.

La figure 19 montre en A les courbes bifurquées.

M. Beck-Guerhard pense que ces courbes sont les traces visibles des déplacements des molécules allant du centre à la périphérie sous l'influence des efforts latéraux produits pendant le poinçonnage, efforts tendant à faire écouler la matière de dessous le poinçon dans la masse environnante.

D'après lui, il y a là une action analogue à celle qui produit les rides concentriques sur la surface unie de l'eau lorsqu'on y jette une pierre, ou encore les rayons du trou d'une vitre percée par une balle et même les fentes d'un blindage perforé par un projectile.

Au cours de sa théorie, il cherche enfin à expliquer pourquoi ces courbes ne se présentent pas l'une à côté de l'autre sans intervalles.

Il attribue ce fait à ce que la masse de fer fondu n'est pas une pâte homogène, ni un milieu aux molécules aussi mobiles que l'eau ; les courbes de déplacement restent, dit-il, presque sans intervalles au début, c'est-à-dire au bord du trou, mais, en se prolongeant, elles rencontrent sur leur route en certains points des résistances croissantes qui en interrompent quelques-unes et donnent lieu, par suite, à des intervalles.

La saillie des courbes est très prononcée à l'origine, mais elle va ainsi en diminuant pour se raccorder d'une façon imperceptible avec la surface unie de la plaque. Peut-être aussi, faut-il y voir, dit-il, des traces visibles de déplacement de molécules cristallines plus mobiles dans une masse amorphe qui serait moins mobile.

Il examine enfin la question de savoir pourquoi ces lignes sont des courbes et non des droites, et il cherche à expliquer ce fait en disant que la ligne de séparation tend naturellement à conserver une direction rectiligne, mais que, dans son parcours, elle rencontre, en certains points, des résistances variables qui donnent lieu à des bifurcations et l'obligent ainsi à se dévier d'une façon continue, donnant finalement à la trajectoire l'apparence d'une courbe, tandis qu'il la conçoit comme formée par une succession de lignes brisées.

Ch. Frémont,
Ingénieur-Constructeur.

(A suivre.)

CONSTRUCTIONS CIVILES

APPLICATION DU SYSTÈME CANTILEVER aux combles métalliques.

(Suite et fin[1].)

Étudions maintenant la halle des machines de l'Exposition de Genève dont nous avons déjà donné la description dans le *Génie Civil* [2], ou, d'une façon plus générale, étudions les dispositions applicables à des combles soutenus, non seulement par les parois extérieures du bâtiment, mais encore par deux files de montants intermédiaires. On doit assimiler ce système à celui des *ponts-grues à trois travées*, dont il existe deux types, suivant que ce sont les travées de rive ou la travée centrale qui sont articulées. En cherchant à faire suivre aux membrures la courbe représentative des moments fléchissants, on a été amené à poser, sur chacun des deux montants intermédiaires, un cantilever ou double console équilibrée dont les becs soutiennent trois tronçons libres ou bowstrings : l'un au milieu de la travée centrale, les deux autres vers les culées dans les travées de rive.

I. Ouvrages a trois travées, la travée centrale étant rigide et les deux de rive articulées. — Comme exemple de ce système, nous pouvons citer les ponts de Tolbiac, à Paris [3], et du Jubilé (Bengale). Dans ce dernier, en particulier, on a rapproché le plus possible les deux piles afin de diminuer l'importance de la travée centrale; dans une halle, au contraire, la nef centrale doit être agrandie le plus possible. Dans le cas présent, on peut essayer de donner à la ferme

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, nº 6, p. 89.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, nº 1, p. 1.
(3) Voir le *Génie Civil*, t. XXVI, nº 20, p. 305.

centrale, soit une forme en arc comme le représente la figure 1, soit une forme brisée, ainsi que l'indique la figure 3; mais, quel que soit le type choisi, on devra donner une forte hauteur à la clef, afin de rendre la ferme rigide; on peut ensuite prolonger cette dernière par

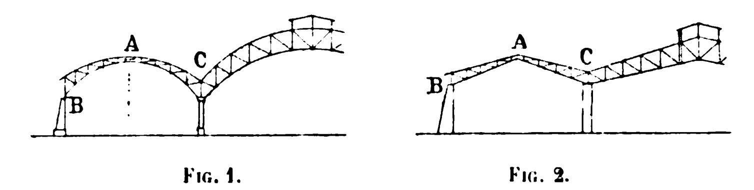


Fig. 1. Fig. 2.

des consoles couvrant en partie les travées latérales et compléter celles-ci au moyen d'un tronçon libre AB, plus ou moins renflé en son milieu et aminci à ses extrémités.

Examinons tout d'abord les conditions dans lesquelles se trouve ce tronçon : l'équilibrage de son propre poids ne nécessite de ses appuis (mur et console), que des réactions verticales et, pour assurer la résistance au vent, il suffit que l'attache en B exerce seule une force de retenue horizontale, l'appui en A augmentant sa réaction verticale; dès lors, le mur doit faire l'office d'un contrefort capable de résister à la réaction oblique produite par la résultante des forces. La console CA présente, en son extrémité A, un point d'appui assujetti à la seule condition que cette extrémité puisse obéir librement aux déplacements provoqués par les déformations et dilatations de l'ossature rigide; d'autre part, les déplacements de l'extrémité A du tronçon AB sont réglés par les déformations et rotations que peut subir ce même tronçon fixé en B. Par conséquent, si l'on veut donner au système une liberté complète de dilatation, il faudra placer en A, non pas une liaison à pivot, mais une articulation pouvant prendre un mouvement de glissement ou de roulement, ce qui ne modifie en rien la solidité de l'appui, car, à un état de température donné ne correspond pour le système qu'une seule position possible. On pourrait, par exemple, résoudre la question en faisant reposer la pièce BA par l'intermédiaire d'un avant-bec, sur un rouleau placé lui-même dans une entaille ménagée à l'extrémité de la console CA.

Étudions maintenant la ferme rigide. Grâce aux réactions verticales de ses deux appuis on peut équilibrer son poids tout entier et, si ces appuis sont suffisamment stables on peut, pour assurer la dilatation, la faire rouler sur l'un d'eux. Si, au contraire, ces deux montants sont très élancés et flexibles, il est préférable de les réunir tous les deux avec la ferme par des articulations, de sorte que toute dilatation de cette dernière aura pour effet de les faire s'incliner légèrement en sens inverse l'un de l'autre. Quant au contreventement d'un tel système, on ne peut guère l'assurer en s'appuyant sur l'un des murs extérieurs et en supprimant, dans la travée latérale, le glissement du pivot A, car, non seulement on n'obtiendrait peut-être pas toute la rigidité nécessaire, mais cette disposition aurait l'inconvénient d'entraîner une dissymétrie dans les mouvements de déformation; on ne peut, non plus, remplacer dans chacune des deux travées latérales, le coulisseau A par une liaison à ressorts ou à soufflets qui pourrait laisser prise à des secousses. Le seul moyen permettant de concilier la stabilité avec la liberté de dilatation consiste à diminuer, autant que possible, la hauteur des piliers et à les faire très massifs, ou même à les supprimer totalement en abaissant la charpente jusqu'au niveau du sol, ce qui, il est vrai, présente l'inconvénient de trop séparer les unes des autres les trois nefs accolées.

La figure 3 représente un type de fermes établies suivant cette dernière solution. Des deux appuis C et C' l'un est fixe et l'autre monté sur rouleaux; en B et B' se trouvent des rotules fixes et en A et A' des tourillons à glissement. Si l'on voulait, pour rendre les mouvements symétriques, appliquer des rotules fixes à chacun des deux supports C et C', la ferme centrale deviendrait alors plus souple, et, sous l'action des efforts dus aux dilatations, travaillerait comme un gigantesque ressort, ainsi que le font les arches en forme de croissant

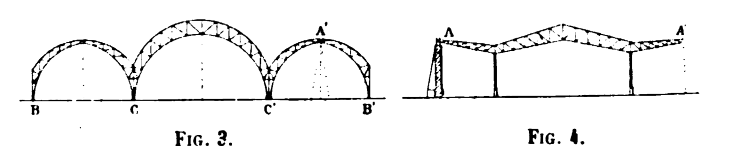


Fig. 3. Fig. 4.

des viaducs de Porto et de Garabit. En réalité, on se trouverait en présence d'un système tout différent du véritable cantilever : les effets dus aux variations de température viendraient tantôt exagérer, tantôt combattre ceux que l'on se propose d'obtenir par l'adjonction des consoles CA et C'A'; aussi se trouve-t-on amené tout naturellement à imaginer de munir l'arc central d'une rotule placée en son sommet. Nous étudierons plus loin cette disposition.

On pourrait, au besoin, imiter la disposition du pont de Rostock, en supprimant (fig. 4) les tronçons libres AB et A'B' des figures précédentes, de façon à transformer la couverture des travées latérales en auvents qu'il serait facile de fermer au moyen de cloisons indépendantes; le système des fermes équilibrées Eiffel (1) se rattache à cette disposition. On aurait peut-être économie, dans une semblable toiture entièrement rigide, à placer les fermes sur de hauts piliers flexibles ou oscillants, à condition de parer au contreventement au moyen d'une forte muraille. Dans ce cas, l'une des extrémités A (fig. 4) porterait, par exemple, un galet mobile dans une coulisse verticale scellée au mur, l'autre extrémité A' resterait libre et la dilatation aurait pour résultat de faire incliner les deux piliers d'une façon dissymétrique. On ne peut arriver à une solution entièrement symétrique pour des fermes placées sur piliers élancés, comme dans la halle des machines de Genève, qu'en s'adressant au second type de ponts cantilevers à trois travées que nous allons maintenant étudier.

II. Ouvrages a trois travées : celle centrale articulée, les deux latérales rigides. — On trouve des exemples de ce système dans les ponts en encorbellement, avec poutre centrale libre entre deux articulations, tels que les ponts du Niagara (2) et de Redrock, sur le Colorado (3), ainsi que dans le projet du pont de Montréal actuellement à l'étude. Dans ces ouvrages, les travées de rive sont tellement raccourcies qu'elles prennent, naturellement, la forme de consoles rigides sans qu'il y ait, pour cela, de point d'inflexion théorique à masquer ou à protéger contre le pivotement; mais un amarrage sur la culée s'impose afin de parer aux mouvements de bascule. En augmentant la portée des travées de rive, on pourrait, en supprimant l'inflexion, adopter encore la même forme et obtenir une stabilité spontanée, indépendante de tout ancrage ou lestage, l'action du vent seule nécessiterait alors un point d'attache pour parer à la poussée horizontale.

C'est ce type qui a été adopté dans les fermes de la halle des machines de Genève (fig. 5). Les travées latérales ayant une portée de

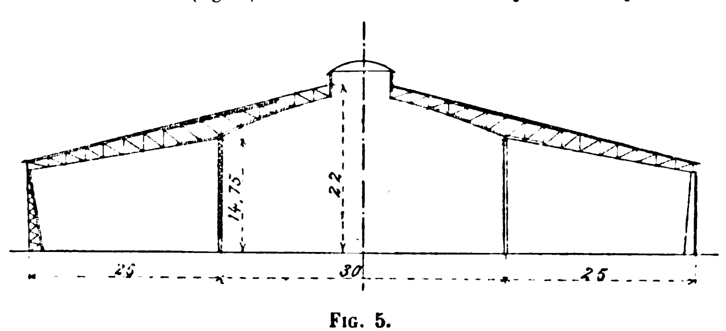


Fig. 5.

25 mètres, bien supérieure à la demi-largeur de la travée centrale qui n'est que de 19 mètres, possèdent une stabilité propre qui évite toute traction sur les montants latéraux, en laissant de côté, naturellement, celle due aux actions du vent.

Dans la description que nous avons donnée de ces fermes dans le *Génie Civil*, nous avons insisté sur la disposition raisonnée de ce système, qui laisse les montants intérieurs très élancés et très légers, puisqu'ils n'ont à résister qu'à des efforts verticaux, tandis que les montants extérieurs, ayant à résister à des efforts horizontaux, prennent la forme d'une forte console encastrée dans les fondations, ce qui donne à l'ensemble de l'intérieur de la construction un aspect très dégagé. En comparant cette construction à celle du bâtiment des mines à l'Exposition de Chicago (4), on constate que la galerie de Genève l'emporte surtout par la constitution de ses nefs latérales, qui sont simples et complètement libres, tandis qu'à Chicago elles affectaient la forme de cintres encastrés sur les piliers, ce qui oppose aux efforts du vent un travail d'encastrement dans les tympans et de flambage dans les colonnes.

Dans la travée articulée des ponts établis suivant ce système, la poutre libre centrale qui repose sur les becs des deux consoles interrompt, d'une façon désagréable pour l'œil, l'harmonie des lignes de

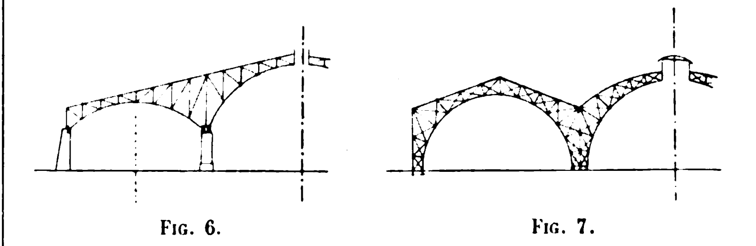


Fig. 6. Fig. 7.

l'ouvrage; aussi la supprime-t-on parfois. On donne alors aux deux consoles la forme de demi-arcs qui se rejoignent au milieu de la travée, constituant ainsi une arche disjointe, élégante, généralement très surbaissée et sans butée à la clef; c'est ainsi que se présentent les

(1) Voir le *Génie Civil*, t. IX, n° 7, p. 119.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXIV, n°s 8, 9 et 10.
(3) Voir le *Génie Civil*, t. XXII, n° 17, p. 265.
(4) Voir le *Génie Civil*, t. XXIV, n° 15, p. 235.



ponts de Passy [1] et de Bry-sur-Marne [2]. Mais, dans les combles, la partie correspondante à cette poutre centrale est le lanterneau, qui a son utilité pratique; on ne doit donc pas chercher à le supprimer: si l'on veut accentuer le relief de la construction ou la courbure des consoles, il faudra rendre les piliers plus bas et plus massifs (fig. 6) ou même les supprimer complètement (fig. 7). Dans ces derniers types, la flexion à la clef de l'arc latéral se trouve considérablement atténuée par la console de la nef centrale qui joue le rôle de contrepoids; leur aspect est moins dégagé, mais, par contre, ils peuvent trouver un emploi très rationnel dans la construction des locaux affectés, par exemple, à des manutentions de marchandises; car alors, la robustesse des piliers, loin d'être un inconvénient, est un élément de sécurité contre les chocs qu'ils peuvent subir.

Voyons, maintenant, les déductions que l'on peut tirer du type représenté par le pont Mirabeau, à Paris [3], et que l'on nomme « type en arcs à culasses compensatrices ancrées dans les culées ». C'est un système mixte qui participe du cantilever par l'équilibrage partiel que produit la travée de rive, et de la voûte par la prépondérance du poids des demi-arcs centraux, ce qui les porte à se contre-buter mutuellement, de sorte que la poussée se trouve seulement atténuée, mais non supprimée.

On peut expliquer l'adoption d'un pareil système de la façon suivante. La contre-butée, c'est-à-dire la solidarisation énergique et permanente des deux consoles à la clef est nécessitée par le fort surbaissement de l'arc central : s'il existait, en ce point, une solution de continuité, on aurait à craindre, par suite de la grande longueur des bras des consoles, des flexions exagérées en leur extrémité sous le passage des lourdes charges. D'un autre côté, la grande portée et le surbaissement de l'arc central ne pourraient permettre d'adopter un arc ordinaire qui aurait donné lieu à d'énormes poussées dans les piles, car la travée de rive est beaucoup trop petite (37 mètres contre 100) pour offrir une contre-butée suffisante. En présence de ces difficultés, on a imaginé de donner aux travées de rive, non plus la forme d'un arc, mais celle d'un demi-arc, ce qui leur permet d'exercer sur la pile une pression égale à celle d'un arc de dimensions doubles, c'est-à-dire quatre fois plus forte, à condition, toutefois, que le sommet de ce demi-arc ne vienne pas reposer sur un plan horizontal, mais qu'il soit repoussé par une réaction horizontale. Comme un parement de culée remplirait mal ce but, par suite de sa fixité et des frottements qu'il aurait à subir, il est préférable de recourir au système des longerons-tirants qui retiennent, sans appui, la clef du demi-arc, ce dernier se trouvant comprimé dans toute son étendue, absolument comme s'il appartenait à une voûte complète. Naturellement, dans ce cas, le longeron-tirant emprunte sa réaction d'attache à son propre prolongement dans la grande voûte, ce qui diminue d'autant la pression à la clef; mais, le long du grand arc, les pressions sont les mêmes que s'il était indépendant des travées de rive.

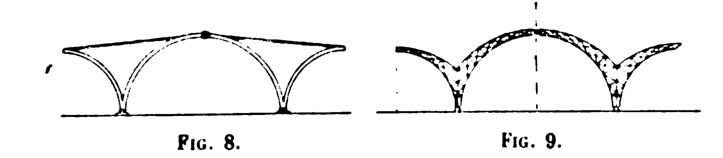
Cette analyse revient, en somme, à dire que l'on a, de part et d'autre de la pile, des consoles partiellement équilibrées, ne faisant supporter à cette pile qu'une poussée égale à la butée nécessaire entre les deux moitiés de pont. Quant à la dépense provenant du tirant spécial de l'armature, elle n'est pas considérable, puisque cette pièce remplit, en même temps, l'office d'un longeron, déjà indispensable comme bordure et nécessitant, de ce fait seul, une forte section.

Comme on le voit, d'après ce que nous venons de dire, l'ancrage pendulaire réunissant l'extrémité des travées de rive aux maçonneries des culées est complètement inutile; on devrait même le considérer comme nuisible, en ce sens qu'il impose une contrainte à une culasse qui devrait conserver la pleine liberté de tous ses mouvements, tant verticaux qu'horizontaux : liberté de s'abaisser lorsqu'une élévation de température augmente la flèche de l'arc central, ou de se relever dans le cas contraire. Mais cet ancrage est indispensable, car il empêche la console de fléchir et de rebondir, par suite de sa souplesse, sous l'action des fortes charges, à leur passage de la chaussée proprement dite sur le tablier du pont; c'est, du reste, précisément, la souplesse même de cette console qui a permis de l'attacher, comme un ressort jouant doucement et sans grande fatigue.

Cherchons, maintenant, quelle application on peut faire de ce système dans les combles. On doit tout d'abord remarquer que les piliers, devant se trouver exposés à de fortes poussées dues aussi bien à l'inégalité des consoles qu'à l'action du vent, doivent être peu élevés et robustes, ou même se réduire aux socles des fondations; dans ce dernier cas il faudra, pour constituer le comble, donner à l'arc une grande montée, car le grand surbaissement adopté au pont Mirabeau n'est point une nécessité du système. On arrive ainsi à établir le type représenté figure 8 ; c'est, en somme, une arche à trois rotules munie d'appendices formant contrepoids qui affectent la forme d'auvents et qui sont réunis, par un tirant, aux reins ou au sommet de l'arc. Dans ce cas, l'auvent peut être fermé par un mur complètement indépendant.

(1) Voir les *Nouvelles annales de la construction*. Décembre 1880.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXV, n° 2, p. 17.
(3) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 2, p. 17.

On peut, comme variante, au lieu d'épaissir simplement l'arc, pour lui permettre de résister aux efforts de flexion dus au vent, intercaler, entre son armature et lui, un treillis métallique formant tym-


FIG. 8. FIG. 9.

pan (fig. 9); on pourra ainsi utiliser encore mieux le tirant en le faisant participer à la résistance même de la ferme au lieu de ne le considérer que comme une disposition particulière destinée à soulager la fondation.

En réalité, si l'avantage des appendices latéraux se réduit à diminuer les efforts que peuvent avoir à supporter les piliers, l'opportunité de cette disposition devient contestable, surtout si le terrain sur lequel doit être établie la construction est solide. Ces appendices ayant pour effet de diminuer la contre-pression à la clef, il importe que le tourillon qui s'y trouve placé soit embrassé, non pas par de simples coussinets demi-cylindriques, mais par des anneaux fermés, exactement ajustés, pour ne donner aucune prise à un ballottement, et capables de résister aux tractions qui peuvent se produire sous les coups de fouet du vent. On ne doit pas non plus remplacer cette articulation par une liaison élastique comme, par exemple, un soufflet en tôle mince, qui pourrait être excellent pour parer aux dilatations, c'est-à-dire à des mouvements très lents, mais qui offrirait une sécurité douteuse contre la violence des tempêtes. Les actions dynamiques répétées suscitent, en effet, des contre-coups instantanés dus aux réactions antagonistes et que l'importance des masses mises en jeu rend particulièrement redoutables.

Si, dans la disposition précédente, on ferme les auvents en leur adossant des demi-arcs, on retombe sur une disposition analogue à celle que nous avons trouvée pour la figure 3, avec cette différence, toutefois, que l'arc central, au lieu d'être rigide à la clef et de reposer sur des rouleaux, se compose de deux demi-arcs articulés entre eux. En les comparant, ces deux systèmes semblent s'équivaloir, à cela près que l'arc aminci à la clef présente un aspect plus satisfaisant: la disposition de la figure 3 suppose l'existence, à la clef, d'une résistance dont le travail doit être fortement réduit par l'équilibrage que procurent les bras CA et C'A', tandis que la disposition avec articulation à la clef permet d'équilibrer en partie, par le fait même des appendices, les poussées sur les blocs d'appui.

Les halles de la Plata [1], dont nous donnons, dans la figure 10, le schéma, peuvent être considérées comme un exemple de cette disposition avec pivot à la clef, bien que, dans le cas présent, les fermes, solidarisées avec les piliers, aient abandonné l'aspect d'arcs circulaires ou paraboliques pour prendre celui de bras coudés. Pour rendre les dilatations libres dans un pareil système, articulé en A, B, C et D, il faudrait que l'articulation C et sa symétrique fussent montées sur un coulisseau glissant ou roulant. En effet, si l'on admet que le contact des deux demi-fermes en D existe constamment, quels que soient les dilatations et les efforts du vent qui agissent sur la construction, l'extrémité opposée C du cantilever DAC s'abaisse lorsque D se relève, et réciproquement; d'un autre côté la pièce BEC, se trouvant astreinte à pivoter autour de B qui est fixe, ne peut se prêter, sans fatigues spéciales, à ces mouvements quelconques, s'il y a en C une liaison semblable à celle de D, c'est-à-dire obtenue soit par compression, soit au moyen d'anneaux embrassant le tourillon. On voit donc

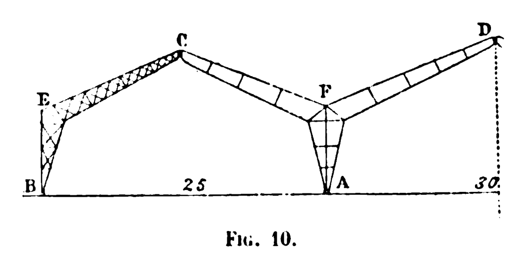


FIG. 10.

qu'une semblable liaison imposerait à tour de rôle et suivant les températures trois genres de travail : tantôt un coinçage par pression, tantôt une traction et tantôt une simple réaction verticale due au soutènement. Au contraire, en admettant un jeu de glissement, on se maintient dans les limites du dernier système, car alors il n'existe pas en C de butée horizontale, mais une simple pesée verticale de la pièce BEC sur le bras gauche du cantilever, ce que nous avons admis déjà dans les types représentés par les figures 1 et 2; du reste, de toute façon, l'adjonction de BEC nécessite la consolidation de l'attache en D.

Si, à la Plata, on a placé aux points C des articulations fixes sans glissement, c'est que l'on a admis, sans doute, que, par suite de leur grande hauteur, les fermes pouvaient jouer comme des ressorts sous l'action des variations de température. On a, du reste, procédé de même à Francfort-sur-le-Mein où l'on a édifié un groupe semblable de

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XVIII, n° 14, p. 221.



trois travées demi-circulaires de 56 mètres de portée, solidarisées entre elles par des pieds-droits communs; aux sommets les demi-arcs ont leurs semelles supérieures réunies par des couvre-joints, tandis que les semelles inférieures ne sont reliées entre elles que par des sortes de soufflets coniques en tôle d'acier; on a ainsi, à la clef, un point flexible et, aux retombées, un encastrement mutuel : c'est, en somme, un compromis entre l'aptitude à la déformation et la résistance au vent.

Revenons à l'agencement libre. On pourrait, comme variante, au lieu de l'articulation C rendre glissant le pivot inférieur B de la figure 10, ou bien, en les laissant tels quels, placer une troisième articulation au coude E après l'avoir aminci spécialement dans ce but. Quelque libre qu'ils soient, ces systèmes n'en conserveraient pas moins une stabilité suffisante, car, pour résister à un coup de vent agissant contre BEC, il se développerait des réactions, soit aux deux appuis B et C si E était articulé, soit, dans le cas contraire, à celui seulement de ces deux appuis qui ne serait pas doué d'un mouvement de glissement.

En somme, si un peu d'encombrement en A est sans inconvénient notable, on peut se demander s'il ne serait pas préférable de couper la pièce DAC en deux parties, suivant la ligne AF, c'est-à-dire d'accoler tout simplement trois fermes indépendantes à triple articulation, ou bien de reprendre la disposition de la figure 7, ou enfin, si l'on désire faire communiquer largement les trois nefs pour en constituer une salle unique, adopter le type de la halle de l'Exposition de Genève (fig. 5) qui, décidément, nous semble tout à fait approprié pour un édifice de ce genre.

III. Travées multiples. — Supposons enfin qu'il s'agisse de rendre absolument libre la dilatation de nombreuses galeries accolées les unes aux autres; admettons, de plus, que les piliers soient suffisamment bas et robustes pour pouvoir supporter soit certaines différences de poussées des voûtes, soit les ancrages nécessaires aux contreventements.

Avec des *rotules fixes* on pourra établir : soit une suite de voûtes indépendantes à trois articulations, si ces rotules sont doublées sur

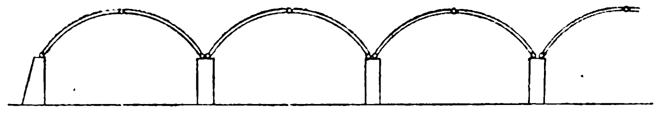


Fig. 11.

chaque pile (fig. 11), le mur de rive remplissant, dans ce cas, le rôle de culée; soit, si ces rotules sont simples, une série d'arches alternées appartenant à deux types différents (fig. 12); les premières à triple

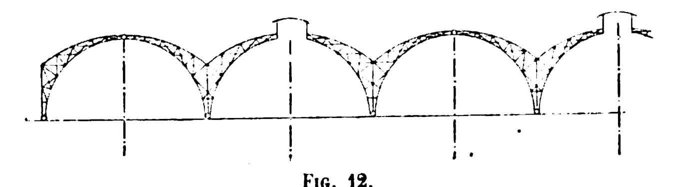


Fig. 12.

articulation et à culasses compensatrices extérieures, les secondes constituées par ces culasses qui affectent la forme de demi-arcs ou consoles, laissant entre leurs becs un espace plus ou moins grand recouvert d'un lanterneau à glissement libre. Les pivots de faîte des premières travées doivent être entourés d'anneaux afin de réaliser des points d'attache fixes capables de résister aussi bien à des efforts de tension qu'à des efforts de compression.

Avec des *calages roulants* on pourrait imaginer une suite de bowstrings indépendants, ou bien un système de fermes lenticulaires convexes-concaves; mais si l'on désire utiliser le principe de l'encastrement ou celui du cantilever équilibré pour obtenir un certain soulagement des membrures, on pourra adopter une disposition semblable à celle de la figure 13 et comportant une série alternée de travées rigides et de travées sectionnées, ces dernières se trouvant constituées

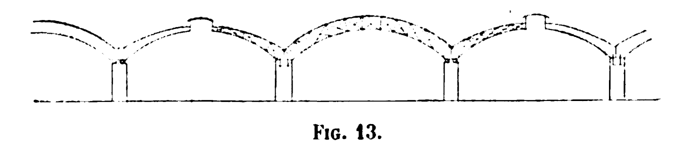


Fig. 13.

par des courbes en forme d'arc qui, par la réaction de leur porte à faux, soulagent les travées rigides et supportent en leur extrémité un lanterneau articulé.

On peut également, comme dans certains ponts, diminuer la portée des travées rigides à tel point que les piles doubles, ainsi formées, se réduisent à des sortes de piles simples encastrées; on obtiendra alors une disposition analogue à celle représentée dans la figure 14 où toutes les travées présentent, en leur sommet, une solution de continuité recouverte par un lanterneau à glissement ou à soufflet. A moins qu'il ne faille ménager des ouvertures de circulation dans les piliers doubles on pourra les constituer, par exemple, par des treillis en croix de Saint-André et, si les deux points d'appui du cantilever semblent suf-

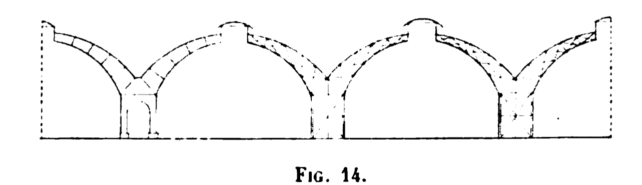


Fig. 14.

fisamment rapprochés pour permettre de négliger les effets de dilatation, sur cette étendue, on pourra s'affranchir de l'obligation d'y ménager un calage mobile.

Jules Gaudard,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Professeur à l'École d'Ingénieurs de Lausanne.

INFORMATIONS

Emploi des gros graviers pour la construction des batardeaux.

L'exécution des travaux en rivière nécessite l'emploi de batardeaux généralement constitués avec des coffrages formés de deux rangées de pieux et de planches, ou avec des caissons immergés, lorsque la nature du fond ne permet pas le battage des pieux. Ces batardeaux sont assez longs et dispendieux à établir et à enlever, et lorsque la différence de niveau à obtenir n'est pas considérable, on peut quelquefois employer d'autres procédés beaucoup plus économiques.

Nous trouvons dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (1), la description d'un procédé aussi simple qu'économique employé par M. Cloix, Ingénieur des Ponts et Chaussées, dans l'exécution de certains travaux sur la Meuse canalisée. Cet Ingénieur a fait usage avec succès, pour des différences de niveau atteignant jusqu'à 2m 70, de batardeaux uniquement constitués avec de gros graviers roulés de 3 à 10 centimètres de diamètre et qui n'étaient autre chose que les résidus des tamisages successifs des sables et graviers « tout venants » extraits du lit de la Meuse. Immergés dans l'eau, ces galets prennent sensiblement le même talus que dans l'air, talus qui a une inclinaison à peine supérieure à 45°. Il suffit de les jeter directement dans l'eau pour constituer une digue que l'on rend d'une étanchéité presque absolue, au bout de deux ou trois jours de mise en pression, en déposant sur la surface extérieure du batardeau une légère couche de tan.

Les batardeaux employés par M. Cloix n'avaient qu'une largeur en couronne de 1 mètre et 0m 80 à 0m 90 de hauteur au-dessus du plan d'eau. Le tan était mis en place soit en le jetant directement d'un bateau, soit en l'amenant à la brouette en suivant la plate-forme. On prenait soin toutefois de le répandre uniformément sur la surface du talus avec un crochet recourbé.

On conçoit que l'exécution d'un pareil batardeau peut être très rapide et très économique. Il peut donc être avantageux d'y avoir recours, surtout si la nature du fond empêche le battage de pieux, ou si la disposition des berges rend difficile le lancement de caissons, ou encore s'il y a grand intérêt à pouvoir mettre en place et enlever le batardeau. M. Cloix indique comme précautions à prendre l'emploi de matériaux non terreux et la mise en pression assez lente. Cet Ingénieur pense d'ailleurs que l'on pourrait également obtenir de bons résultats avec des matériaux autres que ceux dont il s'est servi et, en particulier, il lui paraît que l'étanchement pourrait être obtenu par une terre convenablement choisie, par du fumier, par du frasier de houille, etc.

Procédé Mac Arthur-Yates pour minerais aurifères.

Dans les divers procédés de broyage à sec et cyanuration directe que nous avons eu l'occasion d'examiner, nous avons, la plupart du temps, signalé leur inefficacité vis-à-vis des minerais renfermant une proportion notable de *coarse gold* ou or grossier, qui reste pratiquement indemne par suite de la durée relativement courte de la lixiviation.

Nous avions recommandé, au sujet des expériences effectuées à la Village Main Reef (2), l'emploi d'une amalgamation auxiliaire ou d'une chloruration après cyanuration, comme pouvant permettre de retirer la plus grande partie de cet or inattaqué.

MM. Marc Arthur et Yates ont proposé un nouveau mode de traitement, destiné originellement à l'Australie occidentale, où l'or se trouve à l'état « grossier » et où l'eau fait défaut. Depuis, paraît-il, on a reconnu que ce procédé s'appliquait spécialement au conglomérat broyé dans des cylindres.

Ce nouveau procédé consiste à malaxer le minerai dans des cylindres horizontaux fermés contenant la solution de cyanure et les plaques d'amalgamation, comme opération préliminaire à la lixiviation dans les cuves.

(1) Livraison d'août 1896.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 2, p. 25.



Le minerai broyé à sec soit entre cylindres, soit sous pilons, soit entre boulets, pénètre dans le cylindre qui tourne autour de son axe. Dans l'intérieur se trouvent une paire de plaques cannelées, folles sur l'arbre central.

Le mode de fonctionnement est le suivant : On commence par introduire des plaques fraîchement amalgamées dans ce cylindre, puis on y laisse tomber le minerai et une solution de cyanure dans la proportion de deux parties de minerai pour une de liquide. Les plaques d'amalgamation sont verticales.

Quand le cylindre a reçu sa charge complète de deux tonnes et demie de minerai et une tonne un quart de solution cyanurique titrée, on ferme l'orifice du chargement à l'aide d'un joint hermétique en caoutchouc. Le cylindre est mis en mouvement à la vitesse de quinze tours à la minute pendant une heure. Au bout de ce temps, on l'arrête brusquement et l'on décharge le minerai. On enlève les plaques qu'on remplace par une nouvelle paire, et le cylindre est prêt pour une nouvelle charge.

Le minerai, ainsi traité, est versé dans une des cuves de filtration qui reçoivent chacune six charges consécutives et y reste soixante heures.

Cette description succincte montre que ce procédé n'est, en somme, que le procédé de cyanuration ordinaire qu'on fait précéder de l'amalgamation du *coarse gold*.

Il paraîtrait qu'une installation capable de traiter 30 tonnes par jour n'exigerait qu'une force motrice de 10 chevaux, sauf au démarrage où quelques chevaux supplémentaires sont nécessaires.

Un essai, fait à Londres, a donné de bons résultats. Il portait sur un mélange de divers minerais d'une teneur de 24 pennyweights, 18 grains (38 grammes environ) à la tonne. Les résidus ne renfermaient que $1^{dwt}1^{gr}$, ce qui correspondrait au rendement de 99,4 %!

Il nous paraît difficile qu'une extraction aussi complète puisse être réalisée dans une application pratique de ce procédé. En effet, la première objection que l'on ne peut s'empêcher de faire, c'est que la friction de la masse de minerai qui tourne dans le cylindre est telle qu'elle doit détacher des plaques l'excès de mercure qui s'y trouve adhérent. Ce mercure, au contact de l'or du minerai, formera des globules d'amalgame qui seront nécessairement entraînées dans les cuves de cyanuration. Quelques-unes de ces particules résisteront à l'action dissolvante du cyanure, à moins qu'on ne prolonge de beaucoup la lixiviation : or, ce procédé consiste précisément à économiser la durée du travail.

A notre avis, la séparation du *coarse gold* se fait naturellement dans la cyanuration directe ordinaire. Par une concentration des résidus, après cyanuration et amalgamation ou chloruration ultérieure de ces concentrés, on pourrait, sans doute, atteindre les résultats voulus.

F. S.

Emploi de tuyaux en papier pour les conduites de gaz.

On fabrique actuellement, en Angleterre, des canalisations en papier que l'on emploie, parait-il, avec succès dans les conduites du gaz et surtout pour les longs tuyaux souterrains.

Ces tuyaux se fabriquent en enroulant du papier de cellulose de bonne qualité, autour d'un mandrin ayant le diamètre voulu ; chaque rouleau est trempé dans de l'asphalte fondu et on obtient ainsi un tuyau complètement imperméable à l'air et à l'eau, résistant à de fortes pressions et à toutes les causes ordinaires de détérioration. Ces tuyaux sont réunis au moyen de manchons extérieurs également en papier et imprégnés d'asphalte à leurs deux extrémités.

D'après leur inventeur, ces canalisations étant faites d'une matière non conductrice, protégeraient mieux les fluides contre la température extérieure. Inutile d'ajouter qu'elles ne subissent aucune corrosion par l'action des courants électriques souterrains.

Production des minerais de fer en Allemagne pendant l'année 1895 (1)

La production des minerais de fer en Allemagne, pendant l'année 1895, a été de 8 436 523 tonnes, d'une valeur totale de 41 754 231 francs.

Cette production a été obtenue par l'exploitation de 433 sièges d'extraction (dont 30 n'ont exploité le minerai de fer que comme produit accessoire).

Cette production a occupé un personnel journalier moyen de 28 969 ouvriers (dont 1 333 femmes). Le nombre des ouvriers travaillant en galeries a été de 19 986 ; le reste, soit 8 983 personnes, représente les ouvriers occupés dans les exploitations à ciel ouvert ou aux divers travaux annexes du jour.

Les principaux centres de production ont été, par ordre d'importance, les suivants :

Alsace-Lorraine. . . . . Tonnes.	4 222 352
District minier d'Arnsberg (Westphalie). . .	1 007 845
— de Coblentz (prov. du Rhin) .	891 652
— de Wiesbaden (Nassau) . . .	551 986
— d'Oppeln (Silésie)	455 767

La valeur moyenne des minerais, par centre d'extraction, a varié entre les deux limites suivantes : le prix moyen le plus bas a été celui des minerais d'Alsace-Lorraine : 2 fr. 49 la tonne ; le prix le plus élevé, 13 fr. 16, correspond à l'arrondissement de Breslau, qui n'a d'ailleurs produit que 27 096 tonnes.

La progression de la production des minerais de fer, en Allemagne, pendant les dix dernières années écoulées, est indiquée par le tableau suivant :

1886 . . Tonnes.	6 051 579	1891 . . Tonnes.	7 555 461
1887	6 701 395	1892	8 168 841
1888	7 402 382	1893	8 105 595
1889	7 831 569	1894	8 433 784
1890	8 046 719	1895	8 436 523

C'est-à-dire que la production du minerai de fer a augmenté, pendant la période décennale considérée, de 2 384 944 tonnes, ou de 39,4 %.

(1) D'après le *Bulletin du Comité des Forges de France*.

État actuel du réseau des chemins de fer russes.

Le réseau des chemins de fer russes atteignait, à la date du 1/13 septembre dernier, d'après les indications officielles, une longueur totale de 39 331 kilomètres ouverts au trafic, dont 8 031 kilomètres en double voie.

Le Ministère des Voies et Communications en avait sous sa direction 35 503 kilomètres ; et le Ministère de la Guerre, 1 433 (transcaspien). Les 2 395 autres kilomètres appartiennent au grand-duché de Finlande. La longueur des lignes exploitées par l'Etat s'élevait à 22 576 kilomètres ; celle des lignes exploitées par des Compagnies, à 12 927 kilomètres.

Il y avait en construction une longueur de 12 517 kilomètres, dont 8 601 par l'Etat et 3 916 par des sociétés particulières. Sur ce nombre, quelques sections étaient déjà ouvertes provisoirement à la circulation.

Enfin, les lignes dont la construction était décidée, à cette même date du 1/13 septembre, par le ministre des Voies et Communications, représentaient une longueur totale de 1 088 kilomètres, dont 111 à effectuer par les administrations de l'Etat et des chemins de fer sibériens, et 977 par des sociétés particulières.

Exposition de 1900.

Démolition du Palais de l'Industrie. — Le Conseil des ministres ayant rejeté la pétition de la Société des Beaux-Arts et de la Société hippique pour l'installation provisoire du Salon et du Concours hippique sur la place du Carrousel, l'administration de l'Exposition va suivre le projet de démolition partielle du Palais de l'Industrie qui avait été primitivement arrêté et dont l'exécution n'avait été suspendue que par la pétition des deux sociétés intéressées. Si cette pétition avait été admise, en effet, l'administration aurait pu mettre en adjudication la démolition totale et immédiate du Palais, tandis qu'elle va, conformément à ses premiers plans, procéder par étapes. La démolition commencera par l'angle sud-ouest du Palais.

Vers le commencement de mars, la façade ouest et une grande partie de la façade sud n'existeront plus, et la nef centrale aura reçu les consolidations nécessaires pour abriter une dernière fois le concours hippique.

Immédiatement après ce concours, des clôtures en pan de bois seront édifiées pour séparer le Palais en deux parties égales.

Les artistes occuperont toute la partie est, préalablement évacuée par le musée des Arts décoratifs. Après la clôture du Salon, cette partie sera démolie à son tour et vers le milieu d'août il ne restera plus, du Palais de l'Industrie, que des amas de matériaux qui seront vraisemblablement utilisés en grande partie pour la construction des nouveaux Palais des Beaux-Arts.

Pont Alexandre III. — Deux décisions du ministre des Travaux publics, l'une du 20 novembre 1896 au point de vue de la navigabilité du fleuve, l'autre du 8 décembre 1896 au point de vue de la stabilité de la construction, viennent d'approuver l'avant-projet du pont Alexandre III dont nous avons déjà indiqué les grandes lignes dans le *Genie Civil* (1).

Varia.

Société Centrale des Architectes. — La Société Centrale des Architectes français vient de procéder au renouvellement de son bureau, qui se trouve ainsi composé : MM. Charles GARNIER, de l'Institut, président ; Achille HERMANT, Lucien ETIENNE, A. NEWNHAM, vice-présidents ; BOILEAU, secrétaire principal ; POUPINEL, secrétaire adjoint ; GEORGE, secrétaire-rédacteur ; Frantz JOURDAIN, archiviste ; BARTAUMIEUX, trésorier.

MM. HERET, CORROYER et LALANNE ont été nommés censeurs.

***

Concours. — La Société de l'Enseignement professionnel et technique des pêches maritimes met au concours la question suivante :

« Etudier pour un port français les conditions de l'une de ses pêches maritimes, indiquer la marche à suivre pour augmenter la qualité du poisson pêché et la manière d'en tirer le meilleur parti possible, en vue d'améliorer la situation matérielle du pêcheur. »

Divers prix, dont l'un offert par le Président de la République, seront décernés aux auteurs des meilleurs mémoires qui devront être remis, avant le 1er juillet prochain, au siège de la Société, 25, quai Saint-Michel.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 25, p. 385.



SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 4 décembre 1896.

Présidence de M. L. Molinos, Président.

M. G. Canet fait une communication sur *les appareils de sécurité des canons à tir rapide destinés à prévenir les accidents.*

M. Canet rappelle le terrible accident qui a eu lieu, le 26 octobre dernier, au Havre, au polygone du Hoc, et qui a causé la mort de M. Brindeau, Ingénieur des Arts et Manufactures, au service de la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée.

M. Canet tient à rappeler aussi que l'accident n'a pas été dû à l'éclatement ou au déculassement du canon; la bouche à feu est restée intacte, et la catastrophe a été causée uniquement par l'inflammation prématurée de la charge avant la fermeture de la culasse.

Puis l'orateur établit que le danger inhérent à l'emploi du matériel actuel d'artillerie provient surtout des munitions et de leur manipulation, et non de la bouche à feu elle-même. Il passe en revue différentes éventualités qui peuvent se présenter pendant le chargement et les tirs : difficultés de chargement avec l'emploi des cartouches uniques, soit qu'il se trouve un corps étranger dans l'âme de la pièce, soit que la douille de la cartouche ait subi antérieurement quelques déformations; mise de feu avant que la culasse ne soit complètement fermée; détérioration de l'amorce; longs feux. M. Canet décrit les moyens mécaniques qui ont été mis en œuvre dans ses canons pour parer aux accidents dus à ces fausses manœuvres, ou pour avertir les servants qu'il y a un danger certain.

Il n'y a qu'un seul cas dans lequel le constructeur soit impuissant : ce sont les explosions de la cartouche provoquées par un choc sur l'amorce à percussion, et qui rendent extrêmement dangereux l'emploi de l'amorce au fulminate, surtout dans la marine.

On obtiendrait une sécurité complète au point de vue des chocs en se servant d'amorces électriques, dans lesquelles l'inflammation est produite par l'incandescence d'un fil de platine ou par une étincelle d'induction.

M. Canet espère donc que, dans un avenir prochain, les étoupilles à percussion auront été remplacées partout par des étoupilles électriques. Alors la manœuvre des munitions pourra se faire sans aucun danger.

M. F. Brard fait une communication sur *les charbonnages de Hong-Hay (Tonkin).*

Après avoir fait l'historique de Hong-Hay, M. Brard entre dans le détail des travaux de recherches et d'exploitation entrepris dans le bassin houiller du Tonkin. La caractéristique des charbons de ce bassin est leur faible teneur en cendres; ils sont exempts de tous filets schisteux, les schistes des divers gites se rencontrant en bancs distincts.

Les deux charbonnages les plus importants de la région de Hong-Hay sont ceux de Nagotna et de Hatou. A Nagotna, quatre couches sont en exploitation avec puissance utile variant de 1m 80 à 5m 40. A Hatou, on trouve deux couches, dont une au mur reconnue et la seconde, de 30 à 40 mètres de puissance utile, exploitée à ciel ouvert en même temps que par des travaux souterrains.

E. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 7 décembre 1896.

Astronomie. — *Comparaison des observations de Vesta avec ses tables.* Note de M. Leveau, présentée par M. Lœvy.

Astronomie physique. — *Observations de l'éclipse totale du 9 août 1896, dans l'île japonaise de Yézo,* par M. H. Deslandres.

Nomographie. — *Sur les équations représentables par trois systèmes linéaires de points cotés.* Note de M. Maurice d'Ocagne.

Physique. — *Sur la propriété de décharger les conducteurs électrisés, communiquée aux gaz par les rayons X, par les flammes et par les étincelles électriques.* Note de M. Emile Villari, présentée par M. Mascart.

M. Villari suppose que les gaz acquièrent la propriété de décharger les conducteurs par une dissociation spéciale de leurs molécules, dissociation que les rayons X produiraient, peut-être, par une propriété qui leur serait spécifique, les flammes et les corps incandescents, par leur température élevée. Les étincelles agiraient, non pas parce qu'elles réchauffent les gaz, mais par l'effet du réchauffement des électrodes, plus probablement que par la température propre aux étincelles mêmes; mais cette interprétation a besoin d'être confirmée par l'expérience.

Physique appliquée. — *La pleurésie de l'homme étudiée à l'aide des rayons de Rœntgen.* Note de M. Ch. Bouchard.

M. Bouchard a observé que, si l'on place entre le tube de Crookes et un écran phosphorescent le thorax d'un homme atteint de pleurésie avec épanchement, on constate que le côté du thorax occupé par le liquide pleurétique présente une teinte sombre qui contraste avec l'aspect clair du côté sain; que si l'épanchement ne remplit pas la totalité de la cavité, le sommet de ce côté reste clair et que la teinte sombre dessine la limite supérieure de l'épanchement, telle qu'elle est établie par la percussion et par les autres moyens habituels de l'exploration physique; enfin que la teinte sombre se fonce de plus en plus à mesure qu'on l'observe en descendant de sa limite supérieure, où l'épanchement est plus mince, vers les parties inférieures, où il est plus épais et où son ombre se confond avec celle du foie.

Optique. — *Construction des lames étalons pour la mesure de petites épaisseurs d'air.* Note de MM. A. Pérot et Ch. Fabry, présentée par M. A. Potier.

Chimie. — *Sur l'azoture de lithium.* Note de M. Guntz.

L'azote se combine très facilement avec le lithium, et la réaction a lieu avec incandescence lorsqu'on chauffe le métal dans un courant de ce gaz.

M. Guntz s'est proposé de mesurer la chaleur dégagée dans cette réaction et de vérifier la composition de l'azoture de lithium.

Chimie minérale. — 1° *Sur la composition des gaz qui se dégagent des eaux minérales de Bagnoles de l'Orne,* par M. Ch. Bouchard, en commun avec M. Desgrez.

Les gaz qui se dégagent des eaux de Bagnoles-de-l'Orne ont pour composition, en volume :

Acide carbonique	5,0
Azote	90,5
Argon	4,5
Hélium	traces
	100,0

2° *Sur la chaleur de formation de l'acide sélénique et de quelques séléniates.* Note de M. René Metzner, présentée par M. Henri Moissan.

Chimie organique. — *Sur l'ozone et les phénomènes de phosphorescence.* Note de M. Marius Otto, présentée par M. Friedel.

Les conclusions que M. Otto tire de ses expériences sont les suivantes :

1° La luminosité qui se produit quand l'ozone et l'eau sont en contact est due à la présence, dans cette dernière, de matières organiques.

2° La plupart des matières organiques sont susceptibles de donner lieu, avec l'ozone, à des phénomènes de phosphorescence.

Analyse chimique. — *Dosage du phosphore dans les cendres de houille.* Note de M. Louis Campredon, présentée par M. Henri Moissan.

M. Campredon conclut de ses expériences que l'attaque des cendres de houille par l'acide chlorhydrique concentré à chaud, prolongée pendant quinze à vingt heures, est insuffisante pour dissoudre la totalité des phosphates. Pour obtenir des résultats précis, il faut opérer par fusion avec des carbonates alcalins et précipiter le phosphore par la liqueur molybdique.

Chimie physiologique. — *Emploi du grisoumètre dans la recherche médico-légale de l'oxyde de carbone.* Note de M. N. Gréhant, présentée par M. Brouardel.

Les chimistes-experts chargés de faire l'analyse du sang de l'homme et la recherche de l'oxyde de carbone qui a pu être la cause de la mort emploient, le plus souvent, le spectroscope, dont les indications sont incertaines lorsque la proportion de l'hémoglobine oxycarbonée est inférieure à la moitié de l'hémoglobine totale.

M. Gréhant est d'avis que, après avoir fait un essai au spectroscope, il faut employer le procédé quantitatif qu'il a déjà décrit (1) et qui consiste à extraire à 100°, par l'acide acétique et à l'aide de la pompe à mercure, l'oxyde de carbone combiné avec la matière colorante du sang, et à doser le gaz toxique par la réduction qu'il donne dans son grisoumètre.

Chimie industrielle. — 1° *Analyse du cuivre industriel par voie électrolytique.* Note de M. A. Hollard, présentée par M. Arm. Gautier.

2° *Sur le nouveau pain de guerre.* Note de M. Balland.

Minéralogie. — *Les transformations endomorphiques du magma granitique de la haute Ariège au contact des calcaires.* Note de M. A. Lacroix, présentée par M. Michel-Lévy.

Géologie. — *Le Jurassique supérieur des environs d'Angoulême.* Note de M. Ph. Glangeaud, présentée par M. Albert Gaudry.

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

Manuel de Téléphonie, par Maurice Gillet. — Un volume grand in-16 de 328 pages, avec 252 figures. — Veuve Ch. Dunod et P. Vicq, éditeurs, Paris. 1896. — Prix : cartonné, **10** francs.

Depuis l'invention du téléphone, il n'avait pas été, croyons-nous, publié d'ouvrage aussi complet au point de vue de l'application de tous les phénomènes qui se produisent dans ce merveilleux appareil. Comme tout y est exposé d'une manière méthodique et claire, chacun peut ainsi se rendre facilement compte de la façon dont les ondes sonores se propagent avec une netteté si parfaite à des distances énormes dans un simple fil métallique.

La première partie de ce Manuel est consacrée à l'exposé des principes élémentaires d'électricité et de magnétisme sur lesquels repose la téléphonie. L'auteur décrit ensuite les divers systèmes téléphoniques avec leurs appareils accessoires, et passe en revue les différentes applications du téléphone; de même pour le microphone. Il termine par quelques renseignements sur la construction des lignes, sur la photophonie et la phonographie.

Ce volume s'adresse non seulement aux personnes qui font usage du téléphone ou à celles qui, par goût, s'intéressent à cette partie de la science, mais aussi aux nombreux fonctionnaires et employés de l'Administration des Postes et Télégraphes qui y trouveront des renseignements utiles pour l'installation des bureaux et la recherche des dérangements.

Enfin, le médecin, l'ingénieur, le militaire et le constructeur-électricien tireront certainement parti de la lecture des chapitres relatifs aux applications nombreuses et variées auxquelles se prête la téléphonie.

Annales de l'Observatoire météorologique du Mont-Blanc, publiées sous la direction de J. Vallot, fondateur et directeur de l'Observatoire, Tome II. — Un volume in-4° carré, de 258 pages, avec 7 planches et 19 figures. — G. Steinheil, éditeur. Paris, 1896.

M. J. Vallot, fondateur de l'Observatoire météorologique du Mont-Blanc (altitude 4 358 mètres), vient de publier le deuxième volume des Annales de l'Observatoire. Cet intéressant ouvrage renferme le dépouillement des observations barométriques enregistrées aux trois stations de Chamonix (1 088 mètres), des Grands Mulets (3 021 mètres) et des Bosses (4 359 mètres), pendant les étés de 1890, 1891 et 1892. Il contient aussi de nombreux documents sur l'actinométrie, divers mémoires sur la carte du Mont-Blanc, entreprise par l'auteur avec la collaboration de M. H. Vallot, ainsi que le commencement des recherches de l'auteur sur la constitution du Mont-Blanc.

Le Génie Civil publie une analyse de tous les ouvrages techniques dont on lui fait parvenir deux exemplaires.

(1) Voir le *Génie Civil,* t. XXIX, n° 17, p. 261.

Le Gérant : **H. Avoiron.**

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 8. **N° 759.** Samedi 26 Décembre 1896.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Constructions civiles** : Le Palais de l'École et de l'Exposition des Beaux-Arts sur la terrasse Brühl, à Dresde *(planche VIII)*, p. 113 ; G. SALADIN. — **Chimie industrielle** : Les explosifs de sûreté. Leur fabrication, leurs propriétés et leurs usages *(suite et fin)*, p. 115 ; H. SCHMERBER. — **Résistance des matériaux** : Lignes de Lüders ou lignes superficielles qui apparaissent sur les métaux déformés *(suite et fin)*, p. 117 ; Ch. FRÉMONT. — **Agriculture** : Les phosphates de Carentan, p. 118 ; Eugène HOFFMANN. — **Métallurgie** : Origines du procédé Bessemer, p. 119. — **Électricité** : Note sur les courants polyphasés, p. 122. — **Hygiène** : Appareil de chasse mobile pour le curage et le lavage des égouts de faible section, p. 123 ; Henri BÉLIARD. — **Jurisprudence** : Architectes et entrepreneurs. Les lacunes du Code Civil, p. 124 ; Louis RACHOU. — **Informations** : Mesures propres à éviter les coups d'eau dans les machines à vapeur, p. 125 ; — L'alimentation de Paris en eaux de source et de rivière, p. 126 ; — Prix de revient comparatifs des différents systèmes d'éclairage, p. 126 ; — Utilisation des solutions de bisulfite de chaux provenant des papeteries pour la fabrication des briquettes de charbon, p. 126 ; — État actuel de la verrerie en Allemagne, p. 127 ; — Machines à essayer le métal des coussinets, p. 127 ; — Exposition de 1900 : Architectes chargés de la construction des édifices, p. 127. — Varia, p. 127.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société des Ingénieurs civils, séance du 18 décembre 1896, p. 128. — Académie des Sciences, séance du 14 décembre 1896, p. 128.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 128.

Planche VIII : Le Palais de l'École et de l'Exposition des Beaux-Arts sur la terrasse Brühl, à Dresde.

CONSTRUCTIONS CIVILES

LE PALAIS DE L'ÉCOLE ET DE L'EXPOSITION DES BEAUX-ARTS sur la terrasse Brühl, à Dresde.

(Planche VIII.)

Depuis longtemps, l'insuffisance des locaux et le peu de commodité dans la distribution intérieure de l'ancienne École des Beaux-Arts et du Bâtiment de l'Exposition faisaient sentir la nécessité de remplacer ces deux constructions par un édifice nouveau, digne de la réputation artistique de la ville de Dresde.

Après de nombreuses discussions, on se décida finalement à choisir, en 1882, la terrasse Brühl comme emplacement de cette nouvelle construction.

La terrasse Brühl est située sur la rive gauche de l'Elbe, au centre de la ville de Dresde, que l'on a surnommée la Florence de l'Elbe. Cette terrasse, qui est l'orgueil des habitants de la ville et qui en constitue un des points les plus fréquentés par les étrangers, a déjà subi bien des transformations. Faisant partie, à son origine, des remparts de la ville, elle fut transformée en 1737, par le ministre Brühl, en parc de plaisance et devint jardin public en 1815, grâce aux libéralités du prince russe Repnin.

M. C. Lipsius, conseiller des Travaux publics et professeur à l'École des Beaux-Arts de Dresde, est l'auteur du projet définitif qui vient d'être exécuté et dont nous allons donner une description succincte d'après une notice parue dernièrement dans la *Zeitschrift für Architektur und Ingenieur-wesen*.

A trois des façades de l'édifice on a donné nécessairement, comme directions, celles du bord de la terrasse et de l'alignement de l'arsenal

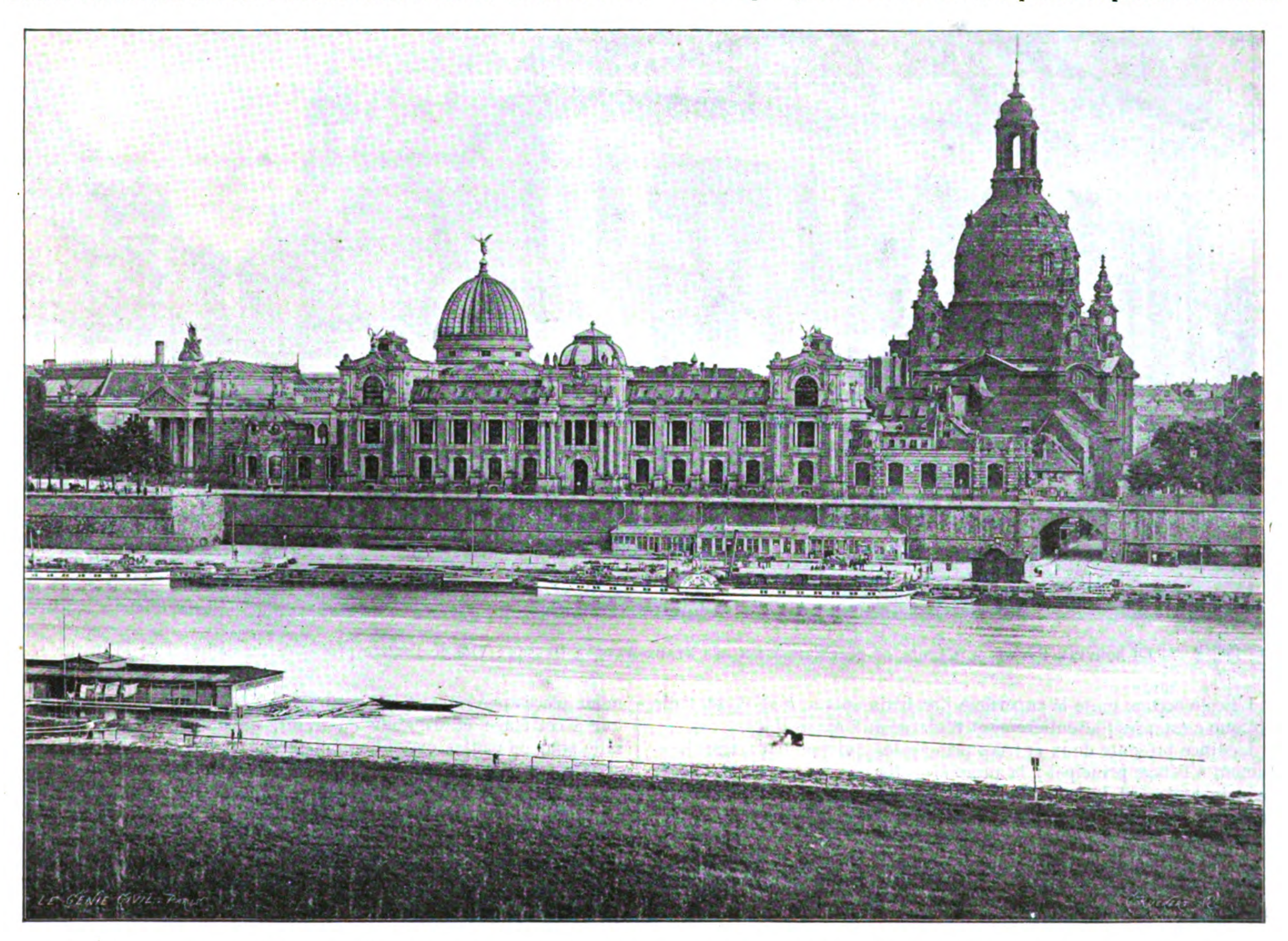


FIG. 1. — LE NOUVEAU PALAIS DE L'ÉCOLE ET DE L'EXPOSITION DES BEAUX-ARTS, A DRESDE : Vue de la façade principale, sur la terrasse Brühl.



Albertinum ; en ce qui concerne la façade ouest, on a dû se résoudre à adopter une ligne irrégulière, à cause des prix d'expropriation exorbitants demandés par les propriétaires des vieilles bâtisses adjacentes.

Dans la distribution intérieure, on a dû tenir compte de ce que le niveau de la terrasse est plus élevé de 4m 80, en moyenne, que l'emplacement de la construction, ainsi que les places sud et est et les cours intérieures. Le plan de l'étage principal (fig. 1, pl. VIII) montre la disposition qu'il a fallu, par suite, adopter ; le plancher de cet étage s'élève de 1 mètre au-dessus du niveau de la terrasse Brühl, c'est-à-dire de 5m 80 au-dessus du niveau des places adjacentes, ainsi que des cours intérieures.

Le plan se divise essentiellement en quatre parties :

1° Un corps principal rectangulaire *a*, composé de quatre ailes et renfermant une grande cour également rectangulaire;

2° A l'ouest, une annexe étroite *b*, longue et basse ;

3° A l'est, une aile *c*, oblique à la terrasse et qui vient s'adosser directement à la façade arrière ;

4° L'espace libre laissé en avant se trouve fermé par une autre aile *d*; en arrière se trouve ménagée une petite cour triangulaire.

En pénétrant par la terrasse dans l'étage principal du bâtimen rectangulaire central, on arrive d'abord à un vestibule, qui donne accès, à droite et à gauche, à des couloirs qui se prolongent dans les ailes latérales et font le tour de toute la cour. Ces couloirs desservent : dans l'aile nord, des ateliers pour les maîtres et les élèves; dans les ailes latérales, d'un côté un amphithéâtre assez grand, de l'autre côté une salle de dessin éclairée par le plafond ; enfin, du côté sud, deux salles d'antiquités et une salle pour les archives.

Les deux ailes latérales et l'aile sud ne présentent qu'un autre étage situé sous l'étage principal; les premières comprennent, d'un côté, l'atelier de moulage au plâtre, de l'autre un amphithéâtre d'anatomie; l'aile sud abrite les ateliers de sculpture. Au-dessus de l'étage principal se trouvent immédiatement placés les combles ou les dispositifs d'éclairage par le haut.

Quant à l'aile sur la terrasse, comme le montre la coupe (fig. 2, pl. VIII), elle présente, outre l'étage principal, un étage supérieur (fig. 3, pl. VIII) et un comble mansardé, occupés également par des ateliers de maitres et d'élèves et auxquels on accède par des escaliers situés des deux côtés du vestibule. Cette disposition de deux escaliers, symétriquement placés par rapport au vestibule, a permis d'interrompre le couloir à cet étage et d'établir en avant, au-dessus du vestibule, une salle pour de petites expositions ou des expositions de détail, et, en arrière, une salle de séances pour le Conseil académique. Au-dessus enfin, dans les combles, on a ménagé la place pour quelques bureaux. La salle d'exposition, ainsi que les ateliers de maîtres des deux pavillons latéraux, ont, comme hauteur, celle de l'ensemble des deux derniers étages.



FIG. 2. — LE NOUVEAU PALAIS DE L'ÉCOLE ET DE L'EXPOSITION DES BEAUX-ARTS, A DRESDE : Vue de l'entrée principale du Bâtiment de l'Exposition.

L'École occupe toute la superficie des bâtiments *a*, *b* et *d*, et l'aile oblique *c* est presque entièrement réservée aux expositions.

L'édifice présente deux entrées principales qui donnent accès directement à l'étage principal : la première, disposée au centre du corps principal, dessert les locaux occupés par l'École; l'autre, située au milieu de la petite façade de l'aile *c*, les salles d'exposition.

En outre, d'autres entrées ont été créées :

1° Une porte cochère, au centre de la grande face de l'aile biaise, suivie d'un passage voûté qui conduit à la petite cour triangulaire, puis à la grande cour (fig. 2, pl. VIII);

2° Une porte, au niveau de l'étage principal, s'ouvrant extérieurement sur un escalier monumental (fig. 1, pl. VIII), dans l'angle arrondi qui relie la façade sud à l'aile biaise. Sous cet escalier se trouve l'entrée centrale située en arrière ;

3° Une porte dans l'annexe demi-circulaire du côté sud; elle est suivie d'un passage qui se prolonge jusqu'à la grande cour, et est destinée principalement à desservir les ateliers de sculpture, pour l'entrée et la sortie des objets d'un poids considérable;

4° Du même côté se trouvent encore, dans les deux angles rentrants, des portes accessoires qui conduisent aux logements des employés.

Les locaux de l'étage inférieur qui, par suite de leur adossement à la terrasse, sont moins bien éclairés, sont occupés par les appareils de chauffage et par les magasins.

Le portail principal sur le petit côté de l'aile biaise est décoré d'une colonnade corinthienne (fig. 2 du texte). Il donne accès d'abord dans le vestibule (fig. 2, pl. VIII); à droite se trouve le vestiaire, à gauche l'escalier du sous-sol. De ce vestibule, on pénètre dans quatre salles d'exposition toutes éclairées par le haut. A côté de la première grande salle se trouvent des galeries étroites occupant deux étages et divisées en compartiments qui ont vue sur la cour.

Entre les locaux de l'Exposition et ceux de l'École, on a disposé la bibliothèque, qui fait suite à la salle octogone.

Dans l'étage inférieur, qui communique avec le vestibule par l'escalier dont nous avons déjà fait mention, on rencontre les locaux *b* (fig. 2, pl. VIII) contigus au passage voûté et qui sont destinés, en cas de besoin, à l'exposition des œuvres de sculpture de grandes dimensions; mais leur éclairage insuffisant n'est guère favorable à cet usage. Les autres locaux qui font suite aux précédents servent à l'installation des appareils de chauffage, et comme magasins de combustible.

L'architecte s'est imposé la condition de bannir autant que possible de l'édifice toute matière combustible : tous les plafonds de l'étage inférieur sont composés de voûtes en briques; ceux des étages supérieurs, de voûtes du système Monier. La charpente de la toiture est entièrement construite en fer, avec remplissage en plaques Monier recouvertes en zinc, en cuivre ou en ardoise, selon la valeur de la pente. Ce sont également des armatures en fer qui portent les vitrages supérieurs. Le bois n'a été employé que pour les parquets et les accessoires intérieurs.

Tous les locaux, à l'exception des logements, sont chauffés à la vapeur au moyen d'une installation unique située sous la salle octogonale. Le chauffage est organisé de telle façon que la vapeur abandonne son calorique dans des chambres de chauffe auxquelles correspondent autant d'appareils à air chaud qui distribuent cet air dans les diverses pièces à chauffer. On dispose ainsi d'une ventilation énergique.

La figure 1 du texte représente la façade principale nord et la figure 2 le pignon du bâtiment de l'Exposition.

La construction de cet important édifice a été terminée en 1894.

G. Saladin,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

CHIMIE INDUSTRIELLE

LES EXPLOSIFS DE SÛRETÉ

Leur fabrication, leurs propriétés et leurs usages.

(Suite et fin[1].)

2° Fabrication des cartouches pulvérulentes. — Les produits insensibles, tels que la grisounite couche, qui détonent beaucoup plus difficilement par suite de leur petite teneur en matière combustible, deviendraient par trop réfractaires à l'action de la capsule-amorce si l'on voulait encore les comprimer. On a donc préféré constituer ces cartouches entièrement en matières pulvérulentes.

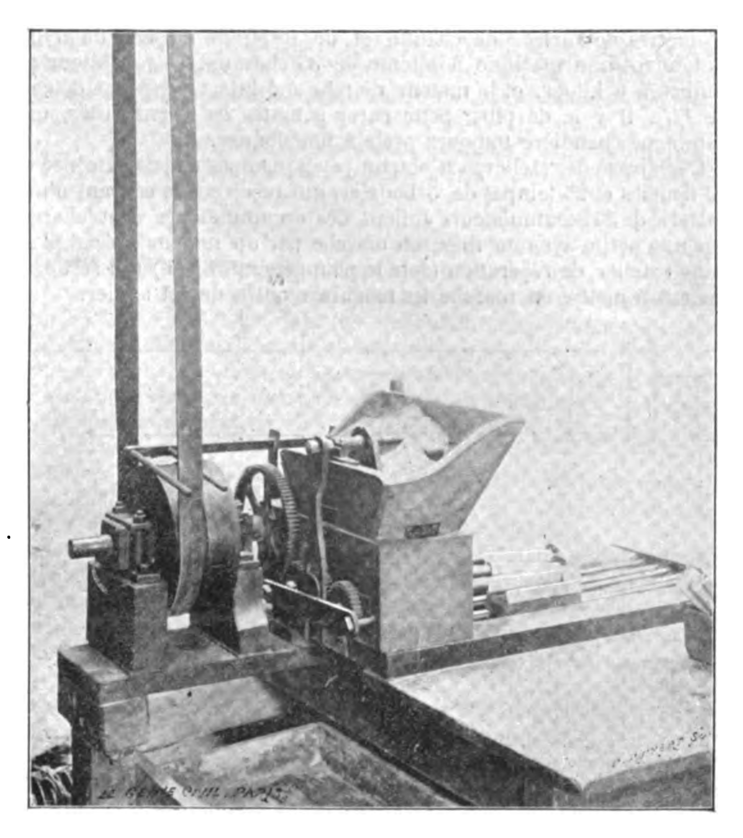
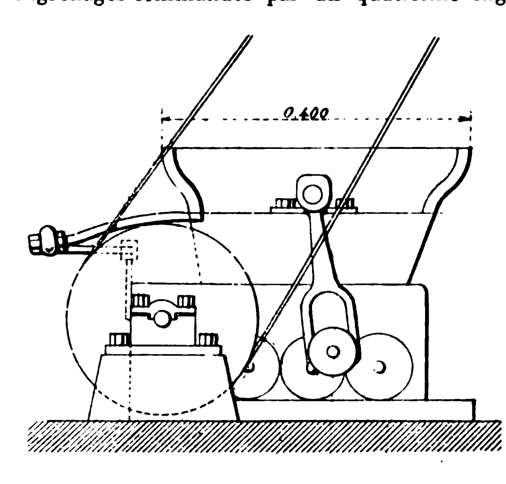


Fig. 1. — Vue d'une boudineuse, machine à faire les cartouches pulvérulentes.

A cet effet, on commence par fabriquer un tube en papier, fermé à l'une de ses extrémités, et qui est destiné à recevoir la poudre. Ce tube, bien sec, est amené à la machine à faire les cartouches pulvérulentes, nommée *boudineuse* (fig. 1, 2 et 3). La boudineuse est une machine extrêmement simple qui, primitivement, était mue à la main; à présent, la commande du mouvement se fait mécaniquement, ce qui permet à cette machine d'avoir un débit plus considérable qu'à l'origine.

Elle se compose essentiellement d'une sorte de trémie ou de boîte à poudre placée au-dessus de trois vis sans fin, tournant dans des tubes en cuivre, ouverts à leur partie supérieure, pour recevoir la poudre. Le mouvement de rotation est donné aux trois vis par trois engrenages commandés par un quatrième engrenage de plus grand diamètre monté sur l'arbre des poulies fixe et folle. Pour que la descente de la poudre se produise facilement, l'engrenage central porte un petit excentrique qui fait mouvoir une fourchette. Cette fourchette donne un petit mouvement de va-et-vient à un agitateur placé dans la boîte, et ce mouvement suffit pour provoquer un bon écoulement de la poudre. Celle-ci tombe sur les vis qui, par leur rotation, la poussent jusqu'à l'extrémité avant du tube qu'on a eu soin de garnir auparavant d'un tube en papier. Ce tube, placé sur un petit chariot qui glisse sur des tringles, se remplit alors avec une grande rapidité, et immédiatement après, on le remplace par un tube vide. Par suite du débit ininterrompu de la machine, le remplissage se fait très vite, et une ouvrière adroite arrive à faire un nombre très considérable de cartouches dans sa journée.



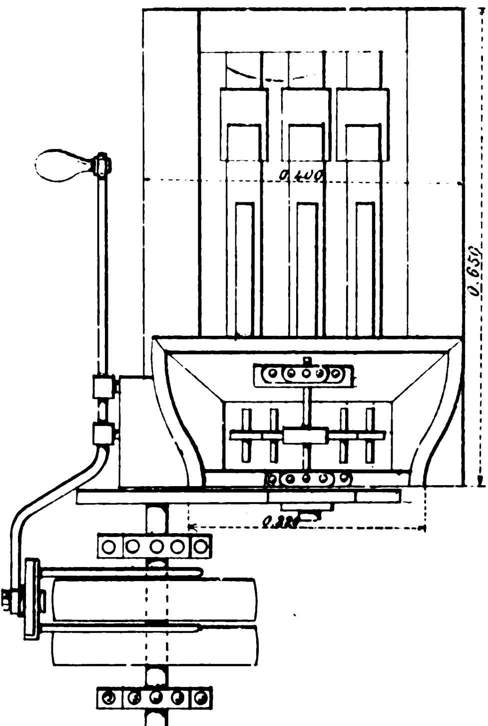


Fig. 2 et 3. — Élévation et plan de la machine à faire les cartouches pulvérulentes.

A la sortie de la boudineuse, les cartouches sont très exactement pesées, puis fermées à leur deuxième extrémité, restée ouverte pour le remplissage. De là, elles passent à la table d'encartouchage où elles subissent l'enroulage, le collage et l'enveloppage, absolument de la même façon que les cartouches comprimées.

Emballage. — La fabrication des cartouches terminée, on les envoie à la *salle d'emballage* où elles sont mises en boîtes. Ces boîtes sont enveloppées de feuilles de papier collées à leurs parties avant et arrière par deux autres feuilles de la nuance correspondante à l'espèce de poudre contenue dans le paquet.

Le paquet est ensuite séché sur de vastes étagères avec circulation de vapeur, et, après que toute trace d'humidité a disparu, il est porté au *paraffinage*. Cette opération n'avait pas lieu à l'origine, et l'on se bornait à envelopper la boîte, mais, plus tard, on a préféré adopter ce paraffinage des paquets pour garantir d'une façon complète les cartouches de l'humidité, en cas d'un long emmagasinage dans un endroit peu sec, ce qui arrive fréquemment dans les mines.

Ce paraffinage se faisait, au début, par un simple trempage à la main dans une bassine ronde analogue à celles décrites plus haut. Mais on dut y renoncer, car les ouvrières se plaignaient d'être incommodées par les émanations de la paraffine en fusion, et on adopta alors un

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 7, p. 100.

petit dispositif (fig. 4 et 5) qui consiste en un wagonet, roulant sur deux rails montés sur chevalets, et muni d'un panier destiné à recevoir les paquets à tremper. Au moyen d'un petit treuil, on obtient la descente du wagonet et du panier. Ce dernier vient alors plonger dans un grand bac à paraffine, chauffé par un serpentin de vapeur. Le paquet est ensuite remonté, séché, enfin mis en caisses et livré au commerce.

Propriétés des explosifs de sûreté. — Si les produits du commandant Favier ont pris rapidement une place importante parmi les explosifs brisants modernes, c'est que, malgré leur grande puissance, ils présentent une très grande stabilité, ce qui rend leur emploi pour ainsi dire sans danger. Ni le choc le plus violent, ni le feu n'ont d'influence sur eux, et nous croyons intéressant de citer, à ce propos, quelques essais caractéristiques qui prouvent à quel point leur stabilité est considérable. Les exemples que nous mentionnons sont extraits du rapport officiel du colonel du génie Donesana, directeur de cette arme au Ministère de la Guerre italien, rapport relatif aux expériences faites à Pavie, en janvier 1892, avec les explosifs Favier.

Insensibilité au choc.

Genre de l'expérience :	*Résultats obtenus :*
Disposer une certaine quantité d'explosif entre deux planchettes (*a*, de bois; *b*, de bois, l'autre de fer; *c*, de fer) et laisser retomber dessus un mouton d'un poids de 19 kilogr. d'une hauteur de 0m50, 1 mètre, 1m50 et 2m60.	Aucune explosion n'a pu être obtenue.
Mettre une cartouche d'explosif sur une enclume et marteler avec une masse de 3 kilogrammes.	Aucune explosion.
Mettre 100 cartouches d'explosif bien en contact les unes contre les autres, dans une caisse en bois, et la laisser tomber d'une hauteur de 13 mètres sur un pavage en pierres.	Aucune explosion.
Mettre 100 cartouches d'explosif comme ci-dessus; disposer la caisse sur une enclume et laisser tomber dessus : 1° un poids de 230 kilogrammes, d'une hauteur de 3m60; 2° un poids de 110 kilogrammes, d'une hauteur de 13 mètres.	Comme précédemment, la caisse et les cartouches sont brisées en miettes, mais aucune explosion ne se produit.
Mettre les cartouches sur une voie ferrée et les soumettre au passage d'un convoi.	Aucune explosion.
Soumettre les cartouches d'explosif au choc de la balle du fusil réglementaire, à une distance de tir de 6 mètres.	La cartouche est broyée, mais aucune explosion ne se produit.

Insensibilité au feu.

Forer une cartouche avec un fer rougi au feu.	Au point de contact la cartouche brûle en fusant, mais aucune explosion n'a lieu.
Jeter une cartouche libre dans un brasier.	Pas d'explosion.
Enfermer deux cartouches dans une boîte en fer, fermée solidement par du fil de fer et projeter la boîte dans un brasier.	Malgré l'enveloppe résistante la matière ne détone pas et se borne à fondre.

Quant à la puissance de ces produits, elle rivalise avec celle des explosifs les plus brisants connus. Les essais nombreux faits, soit au mortier d'épreuve, soit au bloc de plomb, ou encore, d'une manière beaucoup plus précise, avec les appareils de mesure des pressions, tels que les *crusher*, ont démontré qu'à poids égal, l'explosif Favier n° 1 devait être placé sur la même ligne que les dynamites les plus brisantes.

Malgré sa grande stabilité, l'explosif détone très facilement avec une capsule à 1 gramme de fulminate. Toutefois, pour les grisounites qui

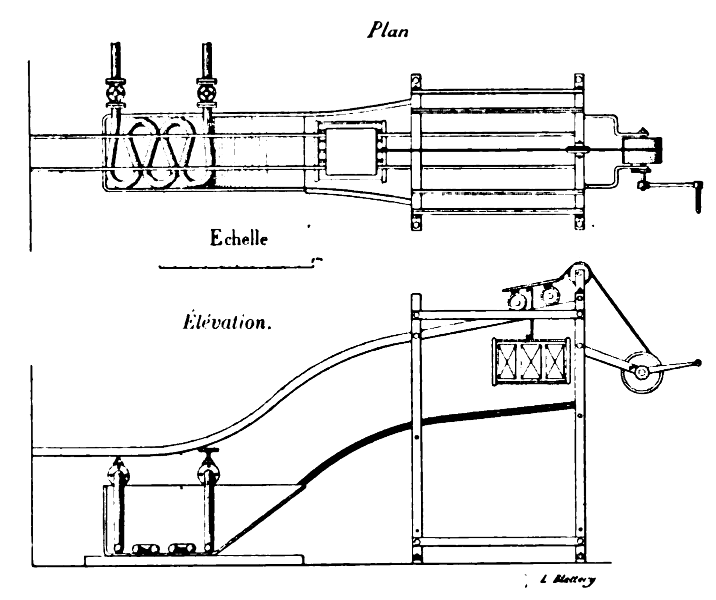


Fig. 4 et 5. — Appareil pour le paraffinage des paquets.

sont des produits très peu sensibles, à cause de leur faible proportion de combustible dans le mélange, il est préférable de se servir de capsules plus fortes ayant des charges variant de 1 à 2 grammes de fulminate.

Description de l'usine de fabrication des explosifs de sûreté. — Nous terminerons cette rapide description en donnant quelques indications générales sur l'usine où se fabriquent les explosifs Favier.

La force motrice est fournie par un générateur multitubulaire de 35 mètres de surface de chauffe et de 0m80 de surface de grille, actionnant une machine à détente de 35 chevaux. Le générateur est timbré à 6 kilogr. et le moteur marche à 4 kilogr. avec une détente de $^{1}/_{10}$. Il y a, de plus, pour parer à toutes les éventualités, une deuxième chaudière toujours prête à fonctionner.

L'éclairage des ateliers est obtenu par 25 lampes à incandescence de 10 bougies et 25 lampes de 5 bougies, qui reçoivent le courant d'une batterie de 36 accumulateurs Julien. Ces accumulateurs sont chargés par une petite dynamo mise en marche par un moteur spécial placé dans l'atelier de réparation (voir le plan général, fig. 6) qui sert également à mettre en marche les machines-outils de cet atelier.

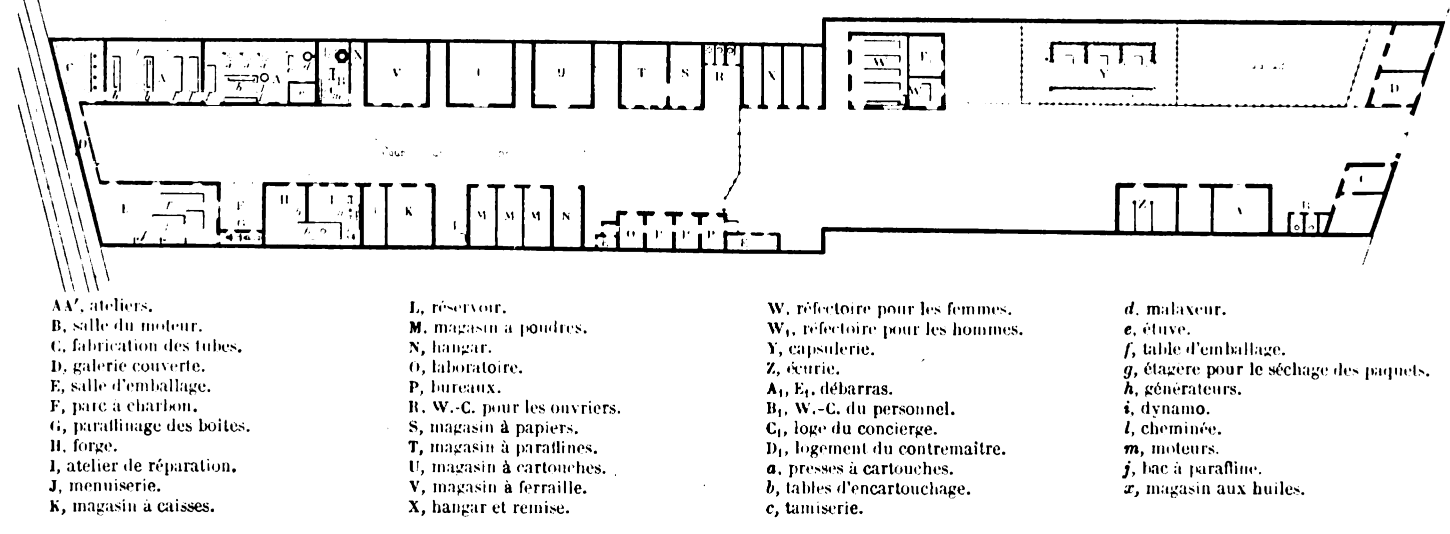


Fig. 6. — Plan général de l'usine de Saint-Denis pour la fabrication des explosifs de sûreté.

L'explosif possède encore l'avantage de résister, sans subir aucune altération, aux froids les plus intenses. Son emploi évite donc l'opération toujours délicate et souvent dangereuse du dégel et, grâce à cette qualité, il a pu être employé avec succès pour les travaux de déglaçage des rivières.

Le chauffage de l'usine s'obtient simultanément de deux manières : d'une part par la vapeur d'échappement du moteur, qui passe par une longue série de tuyaux à ailettes Kœrting, faisant tout le tour des ateliers; d'autre part, par les conduites de vapeur directe, allant aux divers appareils, et par les purges de tous ces appareils.



Toutes les eaux de condensation sont recueillies dans un réservoir en ciment qui fournit l'eau chaude à la bâche d'alimentation du générateur.

On a pris dans l'usine de grandes précautions au point de vue hygiénique. Les ateliers sont aérés par un ventilateur à grand débit qui renouvelle l'air en quelques minutes. Pour enlever encore les dernières traces d'humidité qui ont toujours tendance à se produire sur le sol des ateliers, on a disposé, en outre, une série de tuyaux d'aérage, descendant jusqu'à 40 ou 50 centimètres du sol, qui par leur tirage, produisent un assèchement presque absolu des ateliers.

De plus, chaque appareil pouvant produire des dégagements et des émanations désagréables (bacs à paraffine, etc.) est muni de hottes de tirage, ce qui permet d'avoir de l'air très purifié dans les ateliers.

H. SCHMERBER,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

LIGNES DE LÜDERS OU LIGNES SUPERFICIELLES
qui apparaissent sur les métaux déformés.

(Suite et fin[1].)

Voici maintenant quelques travaux plus récents sur les lignes de Lüders.

I. — Une circulaire ministérielle du 2 septembre 1887 est accompagnée d'un rapport de M. Gallon, Ingénieur de la Marine, signalant les lignes de Lüders.

D'après cet Ingénieur, quand on cisaille une tôle et qu'on la laisse oxyder, on remarque que le périmètre de la tôle s'est oxydé plus que la partie centrale. Si on examine de près cette oxydation du périmètre, on y trouve une série de stries parallèles qui rappellent les ondulations produites par une pierre qui tombe dans l'eau. Ces stries sont causées par la lame de la cisaille, qui refoule devant elle les molécules du métal, en modifiant la constitution de la tôle. La zone ainsi altérée forme une bande qui n'a pas moins de 5 centimètres de largeur.

On a même eu occasion de remarquer, à Guérigny, un lot de tôles dans lequel les stries provenant du cisaillage et accusées par l'oxydation ultérieure s'étendaient jusqu'à 7 ou 8 centimètres de la rive de la tôle.

M. Gallon admet que les lignes qui apparaissent sur le métal oxydé, à une grande distance de la partie cisaillée, sont le résultat d'une déformation permanente du métal causée par le refoulement des molécules.

A cette explication, on peut objecter, toutefois, qu'il est difficile d'admettre que l'effort puisse se faire sentir à une aussi grande distance.

II. — D'autre part, M. Hermann Wedding a fait, sur les lignes de Lüders, diverses observations qu'il publia à Berlin en 1887, 1888, 1889.

Ses travaux se trouvent réunis dans son traité de métallurgie ([2]), pages 564 à 576 ; il y constata très nettement le phénomène, ainsi qu'on le verra d'après l'extrait suivant :

Sur les éprouvettes à surface non travaillée, principalement sur le fer brut de laminage, le commencement de la déformation provoque un détachement de l'oxyde, qui se manifeste suivant des formes très variées.

Cette séparation ne se produit pas simultanément sur toute la surface du barreau, mais, en général, d'une façon graduelle et avec une direction oblique sur l'axe du barreau.

Dans l'essai de flexion, l'oxyde se détache exactement de part et d'autre des limites où, théoriquement, la déformation provoque, dans le milieu du barreau ou du fer profilé, une région de traction et une région de compression. Il se forme, ainsi, deux segments nettement distincts, qui se séparent à la hauteur du centre de gravité de la section transversale.

Sur les surfaces travaillées, on distingue des ondulations irrégulières qui se forment sur la surface du barreau, ainsi que des lignes et des bandes de largeurs très variées qui se disposent parfois suivant une loi régulière ; souvent aussi, on voit des lignes rayonnantes qui ne partent pas du milieu du barreau, mais vont en s'affaiblissant depuis les bords jusqu'au centre.

Nous pourrions citer encore un certain nombre d'expérimentateurs qui ont abordé aussi cette étude ; mais, pour ne pas allonger cette énumération outre mesure, nous nous bornerons à rappeler que la question a été examinée en Angleterre par MM. Todhunter et Pearson, en Amérique par M. J. B. Hunter, en Russie par M. Chernoff, puis par M. Belelubsky.

III. — En 1894, M. le commandant Hartmann reprit l'étude de la question et effectua, à cet effet, de nombreuses expériences à la Section technique de l'artillerie à Paris.

Les premiers résultats qu'il obtint furent communiqués par lui à l'Académie des Sciences le 5 mars et le 2 avril 1894.

L'ensemble de ses recherches fut publié, en 1896, sous le titre : *Distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts.*

Le procédé d'investigation, judicieusement choisi par M. Hartmann, fut celui qu'avaient imaginé ses prédécesseurs : MM. Lüders, Beck-Guerhard, etc., c'est-à-dire le polissage du métal, le bleuissage par recuit et l'attaque par l'acide.

M. Hartmann déduit de ses expériences les conséquences suivantes (page 7) :

« 1° La déformation des corps solides ne se propage pas, comme on l'a admis jusqu'ici, progressivement, d'un point à tous les points voisins; elle se subdivise en zones géométriquement distribuées, dont les traces sur les surfaces libres sont des lignes droites ou courbes régulièrement espacées;

» 2° Ces zones de déformation sont obliques sur la direction de l'effort, et font, avec cette direction, un angle constant.

» Dans un angle solide (page 18) soumis à la traction, les déformations ont pour traces sur un plan quelconque, parallèle à l'axe, des lignes, droites ou courbes, qui jouissent de la propriété de faire un angle constant avec cet axe.

» Dans un corps (page 95) soumis à la compression, les déformations ont pour traces, sur les surfaces libres, des lignes, droites ou courbes, qui font toutes le même angle, en tous leurs points, avec la direction, constante ou variable des efforts. »

M. Hartmann estime que les lignes observées sur les surfaces sont les traces des déformations intérieures du corps.

« Il admet (page 64), pour la traction comme pour la compression, que les déformations constatées sur les surfaces libres des solides expérimentés ne sont pas des accidents particuliers à ces surfaces, et constituent la trace extérieure de mouvements moléculaires intéressant toute la masse du métal.

» *Identité des déformations sur les faces opposées des plaques minces* (page 73) : Une autre raison, qui conduit à admettre la pénétration des déformations superficielles dans l'épaisseur du métal, c'est, dit-il, que, dans une plaque mince soumise à la compression, il y a correspondance exacte entre les déformations qui prennent naissance sur ses deux faces. »

IV. — Tout récemment, M. Charpy, le savant Ingénieur du Laboratoire central de la Marine, a publié des résultats d'expériences qui mettent en évidence un tout autre phénomène, observable à la surface des métaux déformés.



FIG. 1. — Aspect de la surface d'une éprouvette de laiton recuit, polie, puis légèrement étirée, vue sous un grossissement de 25 diamètres.

D'après M. Charpy, si on examine au microscope, en ayant soin d'éclairer verticalement, la surface d'une éprouvette de métal, polie soigneusement puis légèrement étirée, on voit un dessin en relief qui présente le même aspect que celui qu'on obtient en attaquant légère-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 7, p. 104.
(2) *Handbuch der eisenhuttenkunde*, par Hermann WEDDING BRAUNSCHWEIG. Friedrich Wieveg und Sohn, 1891.

ment le métal avant de lui avoir fait subir aucune déformation. La répartition des déformations élémentaires se ferait donc, d'après la répartition des constituants que révèle, même dans les métaux les plus homogènes, l'étude micrographique. La figure 1 reproduit, au grossissement de 25 diamètres, l'aspect de la surface d'une éprouvette de laiton recuit, polie, puis légèrement étirée.

Les ombres dessinent les contours des cristaux mâclés et feuilletés, identiques à ceux que donne dans le même métal une légère attaque chimique [1].

Recherches personnelles. — Je n'ai pas pu, comme je l'aurais désiré, effectuer des expériences suivies pour reprendre les observations de M. Gallon. En l'absence d'un laboratoire de mécanique, je dus me me borner à effectuer quelques essais; mais les résultats ainsi obtenus me paraissant devoir entraîner des conclusions différentes de celles de M. Hartmann, et je crois intéressant de les signaler.

La figure 2 est la reproduction photographique, sans retouche, d'un morceau de tôle qui montre en noir, sur le côté gauche, les lignes signalées par M. Gallon.

On voit de suite que ces lignes ne sont pas également espacées, ni



Fig. 2. — Vue, d'après photographie, d'un morceau de tôle d'acier ayant subi un poinçonnage partiel et montrant les lignes signalées par M. Beck-Guerhard.

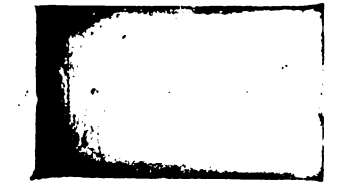


Fig. . — Vue, d'après photographie, d'un fragment d'éprouvette d'acier ayant subi l'essai à la traction.

exactement parallèles, elles ne font pas, avec la direction de l'effort, un angle constant, mais cet angle est, au contraire, variable pour chacune d'elles.

J'ai constaté de même, avec une éprouvette bleuie et soumise à la traction, que les lignes droites qui apparurent (fig. 3) n'étaient pas exactement parallèles et, par conséquent, qu'elles ne faisaient pas un angle constant avec la direction de l'effort.

J'ai préparé, par polissage et bleuissage, une plaque d'acier de 7 millimètres d'épaisseur, et j'ai pratiqué le poinçonnage partiel. Aucune ligne n'est apparue sur la face supérieure attaquée par le poinçon.

Sur la face inférieure, les courbes se sont nettement dessinées, comme le montre la figure 2, et il est facile de voir que, contrairement à ce que décrit M. Hartmann, ces courbes sont très inéga-



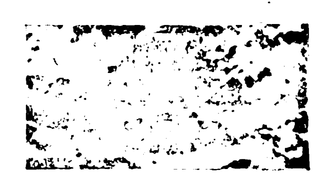


Fig. 4 et 5. — Lignes de la figure 2 vues au microscope.

lement espacées; un examen attentif montre que leur angle d'inclinaison n'est pas constant; elles ne sont pas absolument géométriques ni superposables.

Regardées au microscope, ces lignes ne donnent que l'image craquelée de la couche d'oxyde (fig. 4 et 5).

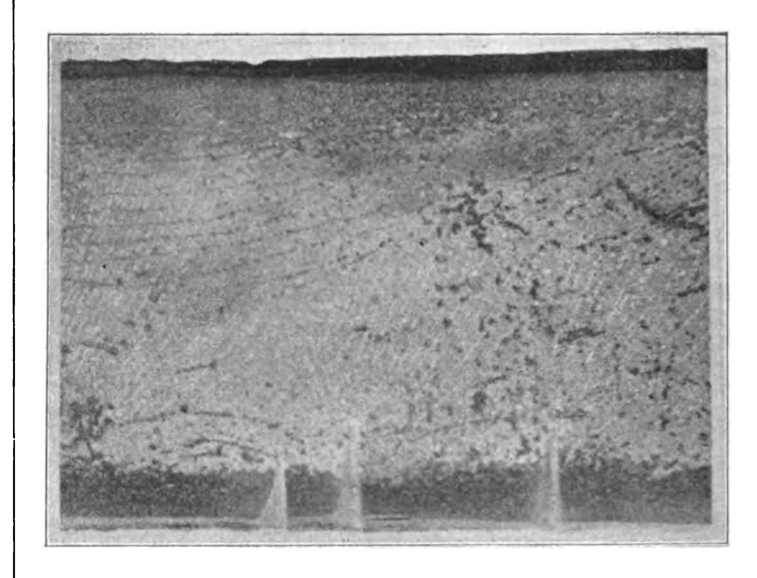
Les figures 6 et 7 montrent les deux faces d'une feuille de tôle d'acier de 5 millimètres d'épaisseur. Cette plaque, ramassée dans les déchets, montre en haut et à gauche, comme il a été dit, les courbes de M. Gallon.

Sur le côté, trois coups de cisaille ont été pratiqués, et immédiatement les lignes de Lüders se sont produites, mais contrairement encore à ce qu'a observé M. Hartmann dans la compression d'une tôle mince, malgré la petite épaisseur de la tôle, les images sont complètement différentes, on voit, en effet, d'un côté, des petits arcs dont le centre est extérieur à la plaque et, en contre-bas, de l'autre côté des grands arcs, dont le centre est intérieur et en contre-haut.

Les courbes sont encore très inégalement espacées, de formes très irrégulières, d'inclinaison variable, etc.

La partie médiane de la plaque, entre les deux coups de cisaille les plus longs, a été polie soigneusement, puis attaquée à l'acide : aucune trace de courbe n'est apparue.

Un quatrième coup de cisaille a alors été donné, mais de façon à attaquer, par la lame mobile, le côté qui, primitivement, avait reposé sur la lame fixe, afin de voir si le sens du cisaillement ou la dispo-



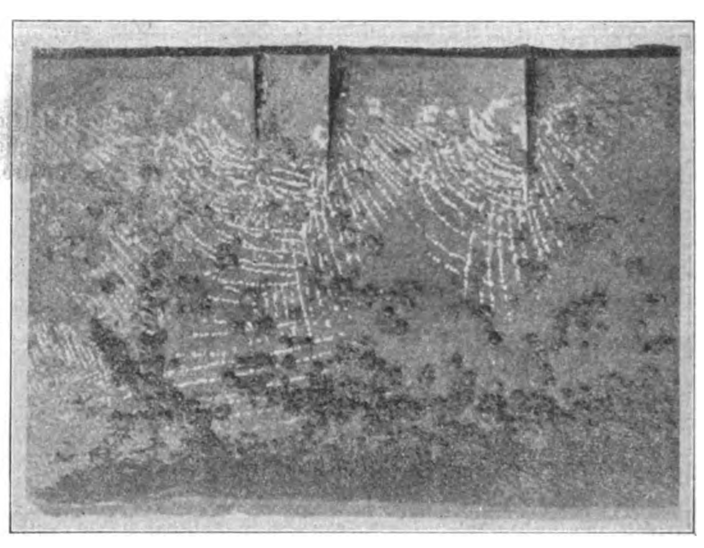


Fig. 6 et 7. — Vue, d'après photographie, des deux faces d'un morceau de tôle ayant subi des cisaillements partiels.

sition de la lame avait, dans le cas actuel, une importance quelconque; ce quatrième coup a été donné dans la partie médiane précédemment polie. Aucune ligne n'est apparue dans la partie polie; mais dans la partie couverte d'oxyde magnétique, au-dessus et au-dessous de cette partie polie, les lignes apparurent faisant des dessins à peu près semblables aux précédents : le sens de l'attaque de la cisaille soit par dessus, soit par dessous, n'a donc pas d'importance.

En résumé, il se dégage nettement, de ces deux essais de poinçonnage et de cisaillement :

1° Que les lignes peuvent apparaître sur une face et pas sur l'autre, malgré la faible épaisseur de cette plaque;

2° Que les lignes peuvent former des dessins de formes très différentes sur les deux faces;

3° Que les lignes présentent, en général, sur une même face, de grandes irrégularités dans leur forme, leur inclinaison et leur espacement.

Ces résultats ne sont d'ailleurs pas en contradiction avec les observations faites par MM. Lüders, Beck-Guerhard, Gallon, Wedding, Todhunter, Pearson et Hunter.

Ch. Frémont,
Ingénieur-Constructeur.

AGRICULTURE

LES PHOSPHATES DE CARENTAN

L'attention vient d'être appelée récemment sur un nouveau gisement de phosphates, qui présentent, comme engrais, un intérêt agricole considérable. C'est en Normandie, auprès de Carentan (Manche), que l'on rencontre ces nouveaux phosphates fossiles. Leurs propriétés,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVIII, n° 20, p. 309 (*Alliages de cuivre et de zinc*).



en quelque sorte exceptionnelles, ont fait le sujet de savants travaux, émanant de nos agronomes les plus autorisés : ce sont ces travaux que nous voulons brièvement résumer ici à l'adresse de ceux qui s'intéressent quelque peu à tout ce qui touche à notre agriculture nationale.

L'exploitation est actuellement en pleine activité ; elle s'opère en plein air, à ciel ouvert. Dans une usine spéciale, se font les quelques manipulations simples (triage, pulvérisation, tamisage, etc.) que le produit naturel doit subir avant d'être livré au commerce.

La mine de ces phosphates est située au bord de la mer, sur une ancienne île, dite *île de Brévands*, qui est aujourd'hui bornée d'un côté par la mer et des trois autres côtés par les marais de Carentan, marais dont une partie a pu être transformée en belles prairies. Son altitude est de trente mètres au-dessus du niveau de la mer et la surface du gisement sur le plateau est d'environ trente hectares. La couche végétale, qui recouvre le phosphate, n'a guère que de trente à quarante centimètres d'épaisseur; c'est pourquoi l'exploitation peut se faire à ciel ouvert. Une fois que l'on a enlevé le phosphate, l'on comble en remblai le vide fait et on prépare ainsi d'excellents terrains de culture pour l'avenir. La couche de phosphate a une épaisseur variable, mais elle est en moyenne de deux mètres. Les nodules, de la grosseur d'une noix, sont enveloppés d'une gangue argileuse, qu'il faut séparer et parmi ces nodules on trouve des os d'animaux entièrement pétrifiés, résonnant, au frappé, comme une terre cuite. C'est ainsi que nous avons vu extraire du sein de la terre : des côtes, des mâchoires et des dents de squales, triangulaires, mesurant jusqu'à douze et quinze centimètres; on y voit très nettement les fines dentelures caractéristiques, qui rappellent les dents d'une scie.

Le phosphate extrait se charge dans des bennes ou wagonets, qui se rendent sur rails à l'usine. Là se fait la séparation du phosphate de l'argile et des pierres qui s'y rencontrent, et aussi la dessication. Celle-ci s'effectue dans un cylindre, recevant un courant d'air chaud. Quand la sélection du phosphate est faite, qu'on l'a débarrassé des matières étrangères, on réduit la matière, d'ailleurs très friable, en poudre, en employant pour cela des meules horizontales, semblables à celles dont on se sert dans la meunerie.

Arrivons maintenant à l'analyse de ces phosphates et voyons quels sont les résultats acquis qui font voir leurs qualités exceptionnelles. On sait que l'on peut se rendre compte de la valeur agricole d'un phosphate, en cherchant dans quelle proportion il est susceptible de se dissoudre dans une solution acide. On admet que l'assimilation par les plantes des phosphates d'un sol est due aux acides, qui existent, comme l'ont montré les travaux récents, dans les racines, aussi bien que dans l'atmosphère interne du sol et dans le sol lui-même. On mesure le degré d'assimilabilité d'un phosphate, en cherchant dans quelle proportion il est soluble dans une solution d'acide citrique à un pour cent. Tous ces faits ont résulté des recherches de M. Paturel, directeur du laboratoire agricole du département du Finistère ; ce savant s'est beaucoup occupé de la détermination chimique de la valeur des divers engrais phosphatés, dont on fait une consommation considérable dans son département, pour améliorer le sol des landes, relativement pauvre en phosphates. C'est l'introduction abondante de ces phosphates, qui a permis de transformer les terrains incultes des landes en terrains de culture ; ce sont les engrais phosphatés qui ont fait mentir le vieux proverbe des paysans bretons : « Lande tu as été, lande tu es, lande tu seras. »

Voici la marche des expériences de comparaison, faites par M. Paturel, sur l'assimilabilité des divers phosphates. Après avoir prélevé un certain nombre d'échantillons de matières phosphatées, il les a finement pulvérisés, puis tamisés au tamis de soie nº 100 (ce tamis a 100 fils parallèles au pouce linéaire français de 27mm07). Les expériences ont porté sur 22 échantillons de phosphates naturels et industriels, que l'on a soumis à l'action dissolvante de 200 centimètres cubes de liqueur citrique à 1 %. Comme les divers engrais sont inégalement riches en phosphates, on a déterminé par l'analyse chimique la quantité totale d'acide phosphorique contenue dans chacun d'eux; puis on a pris, pour le soumettre à l'expérience, le poids de matière qui contenait un gramme d'acide phosphorique. M. Paturel a pu, après la détermination de la quantité d'acide phosphorique, dissoute en chaque échantillon, établir un classement des divers phosphates, au point de vue de ce que l'on peut appeler leur assimilabilité dans le sol par les plantes. Nous n'indiquerons pas tous les résultats obtenus; nous nous contenterons de choisir ceux relatifs aux phosphates naturels.

Voici les nombres indiqués par M. Paturel, dans sa communication à l'Académie des Sciences [1] :

	Milligr.		Milligr.
Brévands	795	Gouberville	551
Quiévy (Nord)	708	Boulonnais	525
Lot	572	Navarra	495
Aveyron	468	Craie phosphatée verdie de l'Oise	228
Beauval riche	448		
Coprolithes de Bellegarde	411		

On peut facilement conclure de là que le phosphate de Carentan est le plus assimilable de tous les phosphates naturels en expérience; et même, sans reproduire les chiffres relatifs aux phosphates industriels, il est plus assimilable que ces derniers, sauf cependant le noir animal, pour lequel la proportion d'acide phosphorique dissous s'élève à 933 milligrammes.

L'analyse chimique nous fournit évidemment un renseignement bien précieux sur l'assimilabilité des divers phosphates; cependant, il reste à voir si le classement chimique précédent est conforme aux résultats de la pratique agricole, car, comme l'a dit Boussingault, l'opinion des plantes est, plus que tous les essais d'ordre chimique, décisive à cet égard. Le phosphate de Carentan a été employé dans un grand nombre de fermes et d'exploitations agricoles variées, et partout il a donné des résultats remarquables. Mais nous nous bornerons à relater les résultats obtenus par M. Andouard, directeur de la Station agronomique de la Loire-Inférieure, qui s'est livré à des expériences de culture comparatives avec divers phosphates. Ces cultures, faites en de grands pots vernissés, ont porté sur des plantes, appartenant à des familles variées, mais présentant un développement radiculaire différent.

Voici comment les expériences ont été conduites :

On a encore dosé l'acide phosphorique de chaque échantillon, puis, après pulvération, tamisage au tamis nº 100, l'on a mélangé intimement au sol de chaque pot une quantité d'engrais, telle que la richesse en acide phosphorique fût uniforme de 1 ‰. Les plantes employéeont été la balsamine, le lin d'été, la moutarde blanche; on a déterminé dans chaque cas la hauteur de la plante, son poids à l'état vert, son poids à l'état sec.

Toutes les expériences ont montré qu'en mettant à part un phosphate d'origine américaine, dit phosphate du Grand Connétable, c'est le phoshpate de Carentan, qui a donné dans tous les cas sans exception, les plus beaux résultats. Voici, d'ailleurs, les chiffres de M. Andouard, relatifs à la moutarde blanche [1].

Nature du phosphate.	Hauteur de la plante.	Poids à l'état vert.	Poids à l'état sec.
	mill.	gr.	gr.
Carentan	1 000	10,28	9,25
Ardennes	900	9,87	8,49
Somme	890	7,75	6,67
Caroline	710	7,38	5,87
Floride	700	6,70	5,05
Algérie	440	4,67	2,09

Ces expériences diverses ont une signification agricole bien précise, et on voit par là que le nouveau gisement de Carentan est appelé à jouer un rôle d'une réelle importance dans notre agriculture française, d'autant plus que, au point de vue commercial, le prix de revient du phosphate est relativement bas. Nous devons cependant ajouter, en regard de ses qualités éminemment assimilatrices, qu'il n'est pas d'une très grande richesse en acide phosphorique; mais la petite quantité d'acide phosphorique qu'il contient, étant facilement absorbée par les plantes, son emploi doit être encore préférable à celui de phosphates plus riches, dont l'acide phosphorique reste dans le sol, sans entrer dans la constitution des plantes. D'ailleurs, on est toujours à même de l'introduire dans le sol en quantité aussi grande qu'il est désirable.

Eugène Hoffmann,
Préparateur de chimie au lycée Michelet (Vanves).

[1] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, et *Annales Agronomiques* (25 juillet 1895).

[1] *Comptes rendus*, 11 février 1895.

MÉTALLURGIE

ORIGINES DU PROCÉDÉ BESSEMER

A la dernière séance de la *Société américaine des Ingénieurs-mécaniciens* (décembre 1896), M. Henry Bessemer, nommé président d'honneur de cette Société, a fait une intéressante communication sur les origines de son procédé. Nous nous proposons d'en donner ici un résumé succinct.

Cette invention a pris naissance à la suite d'expériences commencées en janvier 1855, dans le but d'améliorer la qualité de la fonte de fer employée pour la fabrication des pièces de grosse artillerie.

L'attention de M. Bessemer avait été attirée par les recherches faites par Fairbairn et d'autres Ingénieurs, dans le but d'améliorer la fonte de fer par l'addition de riblons d'acier aux gueuses de fonte em-

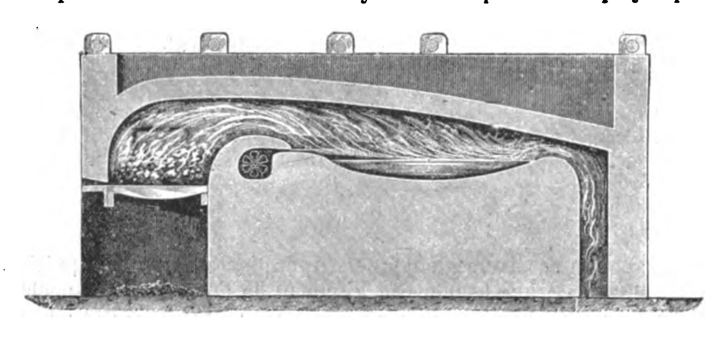
ployées dans un cubilot ordinaire. Cette méthode n'avait pas donné, dans son application industrielle, les résultats attendus, par suite de la transformation du métal en fonte blanche contaminée par la présence du soufre, en raison de son contact avec le coke.

Aussi M. Bessemer eut-il recours, pour éviter ces inconvénients, à l'emploi du four à réverbère dans lequel les gueuses étaient fondues, et formaient un bain dans lequel étaient jetés les morceaux d'acier cémenté obtenus au moyen de fer de Suède ou de tout autre fer au bois.

Pour obtenir la haute température nécessaire à la fusion, il fallut avoir recours à une grille beaucoup plus large que le bain, la sole elle-même se rétrécissant en forme de cône, depuis l'autel jusqu'à la cheminée d'appel. Cette disposition, dont le brevet anglais porte la date du 10 janvier 1855, reçut, par la suite, d'importantes modifications. M. Bessemer reconnut que l'air chaud, qui balayait la surface du bain, était mélangé d'une grande quantité de gaz combustibles. Pour brûler ces gaz, il construisit l'autel de son four en poteries réfractaires évidées et munies de nombreuses ouvertures, par lesquelles arrivaient des jets d'air atmosphérique chaud, dont le mélange avec les gaz combustibles avaient pour but de produire une forte élévation de température. Il reconnut également que cette introduction d'air avait une influence décarburante sur le bain et pouvait, par suite, servir à régler la carburation du métal en faisant varier l'admission d'air.

Un canon de petit modèle, fondu à la suite de ces expériences, donna, une fois travaillé sur le tour, des copeaux frisés et tout à fait semblables à ceux de la tournure d'acier; le métal lui-même rappelait l'acier par sa blancheur et son poli. Cette pièce fut présentée par M. Bessemer à Napoléon III qui l'engagea à installer un de ses fours à la fonderie de la manufacture de canons de Ruelle. Toutes les dispositions étaient prises pour l'exécution de ce four, quelques milliers de briques spéciales réfractaires avaient même été envoyées d'Angleterre, lorsqu'en reprenant ses recherches, à son retour à Londres, M. Bessemer fut témoin d'un fait qui modifia du tout au tout ses projets et ses vues pour l'avenir, et lui fit abandonner les travaux commencés à Ruelle.

Les figures 1 et 2 montrent les sections verticale et horizontale, du four primitif de M. Bessemer. On y voit la disposition employée pour



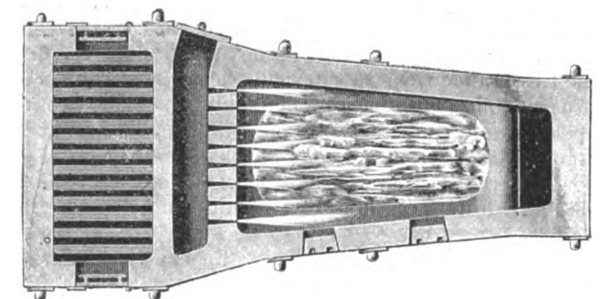


Fig. 1 et 2. — Coupe et plan du four à réverbère employé à l'origine par M. Bessemer.

l'élargissement de la grille et l'arrangement des jets d'air produisant la combustion complète des gaz. Ce four ne pouvait fondre que 150 kilogr. environ de métal à la fois, ce qui était une condition désavantageuse au point de vue de la haute température qu'il est nécessaire d'obtenir pour liquéfier une quantité importante d'acier dans un bain de fonte. Un four susceptible de fondre 5 à 10 tonnes, aurait donné, sous ce rapport, de meilleurs résultats. Ces avantages auraient encore pu être augmentés en bouchant le cendrier et en insufflant de l'air forcé.

Dans le brevet pris le 17 octobre 1855, M. Bessemer signalait déjà l'emploi de l'air forcé, au moyen d'un ventilateur, dans les fourneaux à cendrier fermé, pour la fabrication de l'acier fondu. C'était dix ans, environ, avant le premier brevet pris par M. Émile Martin pour le procédé connu communément sous le nom de procédé Martin-Siemens, dont le brevet anglais date du 18 août 1865, et dit en substance :

Fig. 3.

« La fabrication repose sur le principe de la fusion du fer ou de l'acier naturel dans un bain de fonte de fer maintenu au rouge-blanc dans un four à réverbère, tel que le four à gaz Siemens. »

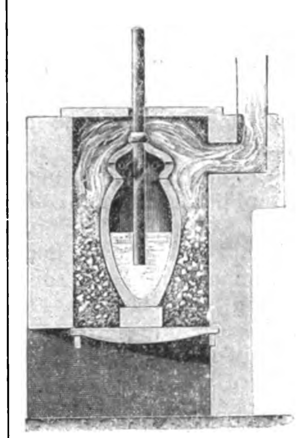


Fig. 4. — Première expérience de M. Bessemer : décarburation du fer dans un creuset.

Or, c'est précisément le même principe qui figure dans le brevet pris le 10 janvier 1855 par M. Bessemer, où il indique comme moyen de fabrication « la fusion de l'acier dans un bain de lingots de fer fondus dans un four à réverbère ».

On peut donc se demander ce qui serait arrivé si la circonstance à laquelle nous avons fait allusion plus haut n'était venue détourner M. Bessemer de l'emploi des fours à réverbère. Voici ce qui s'était produit :

A son retour de Ruelle, ayant, comme nous l'avons dit, repris ses expériences avec le four à réverbère, M. Bessemer remarqua que sur un côté du four il restait quelques pièces résistant à la fusion malgré la température élevée; il augmenta donc légèrement l'introduction d'air, pour élever encore la température, mais, au bout d'une demi-heure, ces pièces n'étaient pas encore fondues. En voulant les pousser plus avant dans le bain, à l'aide d'une tige de fer, il s'aperçut qu'il n'avait devant lui qu'une mince croûte de fer décarburé (fig. 3), ce qui prouvait d'une façon évidente que l'air atmosphérique seul était capable de décarburer la fonte grise et de la transformer directement en acier. C'est ce qui donna un autre cours aux idées de M. Bessemer, en le convaincant qu'il suffisait de mettre en contact, d'une façon assez intime, le fer fondu avec la quantité d'air nécessaire pour le convertir rapidement en acier. Abandonnant donc l'emploi des fours à réverbère, il prit quelques creusets en terre réfractaire, à couvercle perforé, ainsi que des tuyaux réfractaires reliés à un tuyau à gaz et rattachés par un joint en caoutchouc au tuyau fixe de la soufflerie; la figure 4 représente la section verticale du fourneau à creuset employé pour cette expérience.

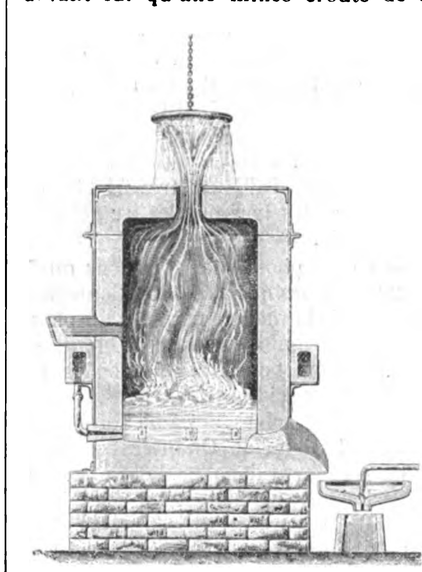


Fig. 5.
Le premier convertisseur Bessemer.

Environ 5 kilogr. de fonte grise remplissaient le creuset jusqu'à moitié, et, au bout d'une demi-heure de soufflage, la décarburation était obtenue et la transformation en acier était complète. Mais il fallait pour cela une grande quantité de chaleur, et une question d'une importance capitale vint se poser aussitôt : était-il possible d'obtenir, au moyen de l'air atmosphérique, une chaleur assez intense pour conserver la fluidité du métal jusqu'à ce que la décarburation fût entière ? Pour s'en rendre compte, M. Bessemer augmenta les dimensions de la soufflerie, la mit en mouvement au moyen d'une machine à vapeur de 20 chevaux et construisit un four capable de fondre 500 kilogr. de fer (fig. 5).

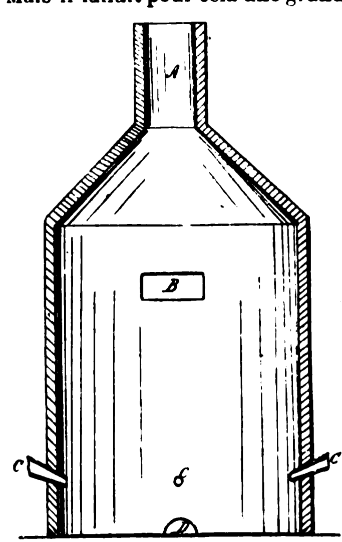


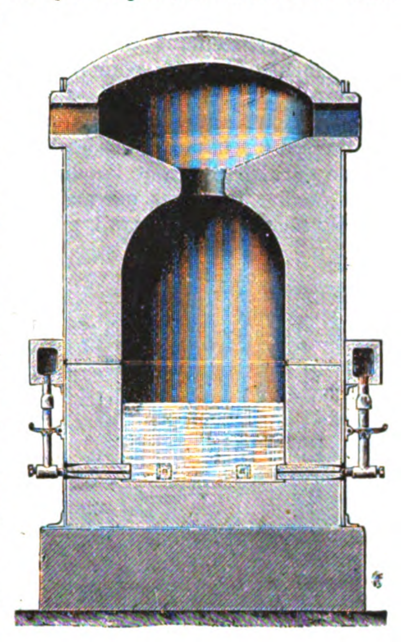
Fig. 6. — Convertisseur cylindrique de M. Kelly.

Ce four cylindrique, de 1m30 de hauteur intérieure, avait, pensait M. Bessemer, une hauteur suffisante pour prévenir toute déperdition autre que celle des gaz chauds et de quelques étincelles s'échappant par la partie supérieure du couvercle. A la partie inférieure de ce convertisseur était disposée une rangée horizontale de tuyères. On mit dans ce four 350 kilogr. de fonte brute et, pendant dix minutes environ, tout se passa conformément aux prévisions. Mais à ce moment un rapide changement se produisit : le silicium une fois consumé et l'oxygène près de s'unir au carbone, on



vit les étincelles augmenter d'intensité, puis parut une longue flamme blanche et une succession de petites explosions se fit entendre, projetant par l'ouverture supérieure du four des scories et des gouttes de métal en fusion. L'appareil pouvait être comparé à un volcan en miniature au moment d'une éruption; personne ne pouvait en approcher pour fermer l'arrivée d'air, et les hangars légers qui l'avoisinaient menaçaient d'être incendiés par la pluie de matières en fusion. Mais au bout de dix autres minutes, la flamme disparut et les explosions cessèrent : l'opération était terminée et la décarburation se trouva complète.

En raison des conditions défectueuses dans lesquelles s'était effectuée cette première expérience, M. Bessemer voulut la recommencer, après avoir pris soin de suspendre, à 0m 50 au-dessus de l'orifice du four, une épaisse plaque de fonte destinée à arrêter les scories et le métal projetés par cet orifice et à empêcher qu'ils ne jaillissent au loin (fig. 5).



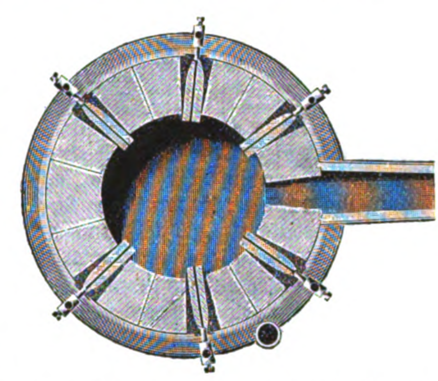


Fig. 7 et 8. — Coupes verticale et horizontale d'un convertisseur à chambre supérieure.

Mais ce n'était là qu'une précaution illusoire; en effet, au bout de quelques minutes, cette plaque était portée au rouge puis fondue et engloutie par l'orifice du four. A ce détail près, tout se comporta comme la première fois : les explosions se produisirent absolument de la même façon et tous les essais faits pour les atténuer, soit en réduisant le nombre des tuyères, soit en diminuant leurs orifices, soit en donnant au vent une moindre pression, n'eurent d'autre résultat que d'abaisser la température et d'empêcher la transformation de la fonte en acier. Or il est, au contraire, indispensable de porter le métal à une température considérablement supérieure à celle de la fusion de l'acier, de façon que la masse se maintienne chaude, malgré l'addition d'un métal beaucoup plus froid qu'on y ajoute pour le désoxyder, malgré aussi son introduction dans la poche de coulée, et jusqu'à ce qu'elle soit lingotée. C'est pour obtenir cette haute température qu'il est nécessaire d'amener dans le métal en fusion de puissants courants d'air qui se divisent en d'innombrables globules diffusés à travers toute la masse, qui peut être alors comparée à une véritable éponge fluide dont les myriades de cellules servent à l'union du carbone et de l'oxygène. C'est de là que proviennent ces explosions qui sont la conséquence inévitable de la rapidité d'action indispensable pour arriver à bonne fin.

Il s'ensuit qu'on doit condamner absolument les fours cylindriques verticaux, sans couvercle, et dont le métal en fusion occupe presque toute la capacité, car les déperditions de chaleur y sont très importantes et les projections résultant des explosions ne peuvent y être évitées. Aussi M. Bessemer s'étonne-t-il que l'Américain Kelly ait fait breveter le convertisseur représenté figure 6 et qui, comme on peut le voir, présente à ce point de vue les mêmes défauts que le premier four vertical Bessemer.

Le moyen le plus simple de remédier aux projections verticales était de déplacer l'ouverture du four en la mettant sur le côté, près du sommet. De cette façon, les matières auraient été projetées horizontalement et recueillies dans une fosse. Mais il ne suffisait pas à M. Bessemer de diriger ces projections, il voulait éviter toute perte de métal; aussi fit-il usage de la disposition représentée figures 7 et 8. Le four cylindrique se termine par une voûte percée d'un orifice en son centre; mais cet orifice, au lieu de déboucher directement dans l'atmosphère, aboutit à une deuxième chambre dont la partie supérieure est cintrée et la partie inférieure est en forme d'entonnoir, de façon à arrêter et à faire retomber dans la chambre inférieure les matières projetées. Les deux ouvertures carrées placées latéralement servent à l'échappement des flammes et des scories. La section horizontale (fig. 8) fait voir les tuyères en terre réfractaire ou en plombagine, disposées dans des ouvertures coniques et lutées avec de l'argile pour permettre leur remplacement facile.

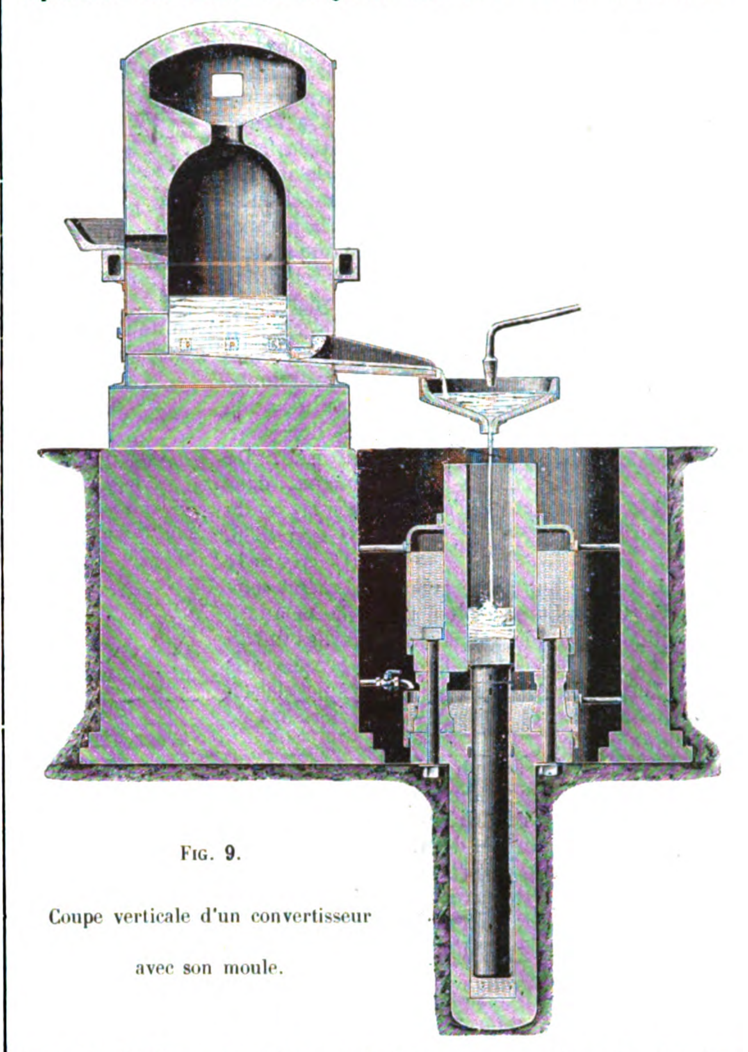


Fig. 9.

Coupe verticale d'un convertisseur avec son moule.



Fig. 10 et 11. — Convertisseur Bessemer perfectionné.



Fig. 12. Position du convertisseur pendant l'arrivée du vent.

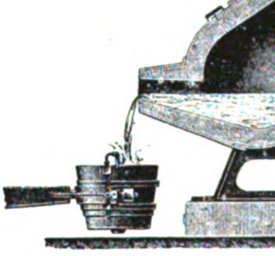


Fig. 14. Fig. 15. Fig 14 et 15. — Poche manœuvrée par une grue.

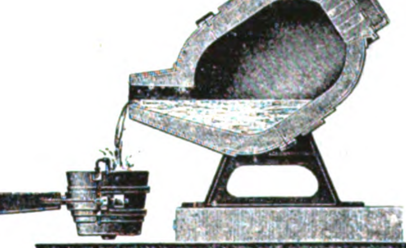


Fig. 13. Position de déchargement du convertisseur.

La figure 9 représente, à une échelle différente, une autre coupe du même four, perpendiculaire à celle de la figure 7. Elle montre le procédé de démoulage rapide employé pour permettre au four de faire un grand

nombre d'opérations. Le moule mesurait 0m 25 de côté sur 1 mètre de hauteur; il était fait en deux pièces dressées puis boulonnées à demeure. Il portait à sa base une forte bride carrée, reliée, au moyen de boulons et de colonnes d'entretoisement, à la bride supérieure d'une presse hydraulique. Le piston plongeur de cette presse se terminait par une tête carrée épousant la forme intérieure du moule auquel elle servait de fond. Le métal en fusion était coulé dans le moule, dont les parois étaient refroidies par une circulation d'eau. En mettant en mouvement la pompe, une fois le métal solidifié, on voyait apparaître un magnifique lingot pesant 350 kilogr. environ.

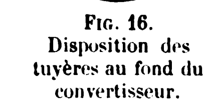


Fig. 16. Disposition des tuyères au fond du convertisseur.

M. Bessemer fait également remarquer que, dans son brevet du 17 octobre 1855, il décrit le moyen de régulariser le degré de carburation du métal par l'addition de fonte, alors que le travail de décarburation est déjà commencé. De même, dans son brevet du 31 mai 1856, il signale l'emploi, dans le but de recarburer le métal converti, d'alliages obtenus soit à l'aide de métaux à l'état solide ou liquide, soit à l'état d'oxydes métalliques, ce qui ôte toute valeur aux brevets pris par M. Mushett, relatifs à l'emploi du spiegeleisen et du manganèse, et qui lui sont postérieurs de près d'une année.

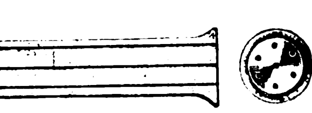


Fig. 17 et 18. — Coupe et vue d'arrière d'une tuyère.

Le brevet de M. Joseph Withworth, pour la fabrication de l'acier fondu sous haute pression, dans le but de le rendre plus sain, se trouve aussi annulé par le brevet de M. Bessemer en date du 31 mai 1856, ainsi que cela a été reconnu, d'ailleurs, par M. J. Withworth lui-même, qui a eu cependant l'incontestable mérite de mettre ce procédé en lumière et de créer, pour son application, des dispositions mécaniques spéciales des plus remarquables.

Le convertisseur fixe présente de graves inconvénients en raison de la déperdition considérable de chaleur, de la nécessité de continuer à souffler pendant le déchargement, et de la difficulté d'arrêter la fabrication en cas d'accident de la soufflerie ou des tuyères.

C'est pour remédier à ces divers inconvénients, que M. Bessemer eut l'heureuse inspiration de créer le convertisseur oscillant sur ses axes, qui permet de mettre les tuyères à la partie inférieure, de façon à agir à la fois sur toute la masse du métal, de cesser le soufflage pendant le déchargement et d'arrêter la fabrication à un moment quelconque pour retirer ou remettre une tuyère. Les formes adoptées pour ces convertisseurs sont représentées figures 10 et 11. La figure 12 montre la position du convertisseur quand la soufflerie fonctionne, et la figure 13 sa position de déchargement. Les figures 14 et 15 représentent la poche qu'on emploie pour la coulée et qui évite le jet parabolique de métal en fusion qui détériore rapidement les moules qu'il frappe de côté. Enfin les figures 16, 17 et 18 donnent les détails des tuyères et du fond du convertisseur.

Il était également nécessaire, pour rendre l'invention parfaitement pratique, de réaliser des dispositions mécaniques spéciales, telles qu'une machine soufflante silencieuse, une grue hydraulique permettant de transporter la poche au-dessus des moules et capable de s'élever ou de s'abaisser suivant l'inclinaison du convertisseur. Il y avait aussi à étudier les grues nécessaires pour enlever et replacer rapidement les moules, sans travail pénible. Le mouvement semi-rotatif du convertisseur a été également l'objet d'études approfondies.

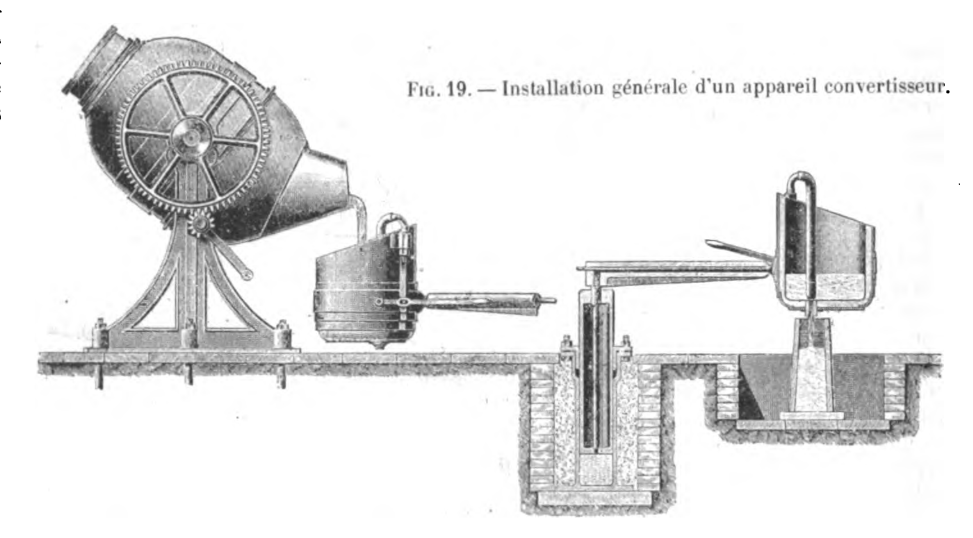


Fig. 19. — Installation générale d'un appareil convertisseur.

Quant au moyen de transmission, en raison des énormes masses mises en mouvement, M. Bessemer fit choix de la force hydraulique comme étant seule capable de manœuvrer facilement et sans danger des charges de 5 à 10 tonnes de métal incandescent.

La figure 19 représente le premier convertisseur oscillant, tel qu'il fut installé dans l'usine Bessemer, de Sheffield. Comme on le voit, il était actionné à la main, le choix de la transmission hydraulique n'ayant pas encore été définitivement arrêté à cette époque.

E. M.

ÉLECTRICITÉ

NOTE SUR LES COURANTS POLYPHASÉS

A la suite d'un voyage fait récemment en Allemagne et en Suisse dans le but de visiter les plus récentes installations par courants polyphasés, MM. Éric Gérard, professeur à l'Institut électrotechnique de Montefiore, et Georges Henrard, Ingénieur du service électrique de la Société des forces motrices lyonnaises, résument dans une petite notice (1) les principales impressions qu'ils ont recueillies.

Ces Ingénieurs rappellent d'abord la lutte, toujours vivace, qui s'est établie entre les partisans du courant continu et ceux des courants alternatifs, et ils font remarquer que cette lutte, après s'être d'abord manifestée dans de nombreuses publications, est actuellement transportée sur le terrain de la pratique. Les installations déjà faites permettent de juger la valeur des deux systèmes; chacun d'eux a ses avantages et ses inconvénients, et ce à quoi il faut surtout s'attacher, c'est à discerner quel est celui qui convient le mieux pour le cas spécial dans lequel on se trouve placé.

En ce qui concerne les courants polyphasés, les points qui ont été les plus discutés sont: la fréquence, le nombre de phases et le type des alternateurs.

Fréquence. — La fréquence employée jusqu'ici varie de 25 à 140 périodes par seconde. Les basses fréquences sont favorables aux moteurs, dont elles réduisent la vitesse et facilitent le démarrage, tandis que les hautes conviennent mieux aux lampes et restreignent les dimensions des transformateurs. Dans le cas général, c'est-à-dire lorsque l'installation comporte l'application du courant à l'éclairage et à la force motrice, il résulterait des renseignements recueillis par MM. Gérard et Henrard que la fréquence 50 serait celle qui convient le mieux: elle n'est pas excessive pour les moteurs; les lampes à incandescence fonctionnent parfaitement sous cette périodicité; enfin le scintillement qu'elle produit dans les lampes à arc est peu sensible et facile à supprimer avec des globes spéciaux.

(1) *L'Eclairage électrique*, du 2 mai 1896.

Nombre de phases. — Le choix du nombre de phases à utiliser dans les distributions par courants alternatifs a été très discuté, mais la lutte est actuellement circonscrite entre les courants monophasés, les courants biphasés et les courants triphasés. Les premiers ont pour eux leur grande simplicité, mais ils ne conviennent pas aux moteurs et ne sont guère justifiés que quand l'éclairage est l'objet principal de la distribution.

Les courants polyphasés ont le grand avantage de permettre l'alimentation des moteurs à démarrage automatique et peuvent, de plus, être produits dans des générateurs plus économiques que les courants monophasés. Les courants biphasés présentent des circuits plus simples que les courants triphasés, mais ces derniers ont l'énorme avantage de permettre une réduction de cuivre de 25 °/o, pour la même tension limite entre les conducteurs. Cette considération, capitale dans certains cas, et notamment dans le transport de la force à grande distance, a conduit de grandes maisons telles que: l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, Siemens et Halske, Oerlikon, à préconiser les courants triphasés.

Types d'alternateurs. — Les alternateurs peuvent être rangés en trois classes :

1° Les machines à circuit induit mobile et à circuit inducteur fixe;
2° Les machines à induit fixe et inducteur mobile;
3° Les machines à circuit induit et circuit inducteur fixes et à fer tournant.

1° Le premier type, qui est le plus ancien, n'est plus employé que dans les appareils de faible et moyenne puissance. A côté de certains avantages, il présente l'inconvénient de rendre mobiles des conducteurs ordinairement parcourus par des courants à haute tension et d'exiger des commutateurs nécessitant des soins spéciaux.



2° Dans les grands alternateurs récents, il y a tendance très accusée à constituer l'induit à l'aide de la couronne extérieure fixe et à faire tourner les inducteurs excités par des courants à basse tension. Le noyau laminé de l'induit porte un bobinage en tambour qui peut être posé sur le noyau, passé dans des rainures profondes ou dans des trous de l'armature. Quant aux inducteurs, ils sont de différents modèles; le plus souvent ils comportent une couronne de noyaux chaussés chacun dans une bobine excitatrice et pourvus d'épanouissements polaires convenables.

3° Depuis plusieurs années, on a beaucoup étudié les alternateurs à circuit inducteur et circuit induit fixes et à fer tournant, et ces alternateurs sont actuellement construits par plusieurs maisons importantes. Ce type permet de supprimer tout contact mobile et d'obtenir une plus grande solidité. L'expérience n'est d'ailleurs pas encore suffisante pour qu'il soit possible de se prononcer sur ces machines : les défauts qu'on leur reproche peuvent aussi bien provenir d'une mauvaise construction que d'un vice de système.

Dans tous les cas, la condition essentielle du bon fonctionnement des alternateurs polyphasés, sur les circuits mixtes comprenant des moteurs et des lampes, est une chute de tension aussi faible que possible à excitation constante, entre la marche à vide et la marche en pleine tension; cette chute de tension ne doit pas dépasser 15 % de la tension totale sur les circuits de moteurs et 5 % sur les circuits de lampes.

Moteurs polyphasés. — Le succès des distributions polyphasées est dû à la simplicité des moteurs qu'elles utilisent et à la facilité que donnent les transformateurs pour raccorder ces moteurs à des canalisations de haute tension. Les moteurs polyphasés de $^1/_{10}$ à 10 chevaux se construisent ordinairement pour des tensions de 100 à 500 volts. ceux de 10 à 30 chevaux pour des tensions de 500 à 2 000 volts ; ceux de 50 chevaux peuvent utiliser une tension de 3 000 volts et ceux de 75 chevaux une tension de 5 000 volts.

Grâce à leur simplicité et au peu d'entretien qu'ils nécessitent, les moteurs polyphasés peuvent être placés sur des consoles élevées ou sur les montants des fermes, afin de ne pas occuper de place sur le sol. Avec les graisseurs à bague, une visite hebdomadaire est suffisante.

Actuellement on est arrivé à donner aux moteurs asynchrones un rendement équivalent à celui des moteurs synchrones et, eu égard aux facilités que les premiers présentent pour démarrer et vaincre des surcharges momentanées, ils sont actuellement préconisés par les grands constructeurs. Tandis que les divergences sont restées très accusées entre les moteurs à courant continu des divers constructeurs, l'accord s'est rapidement fait sur les meilleures dispositions à employer pour les moteurs à courants polyphasés. Les seules différences que l'on constate dans ces derniers ont rapport aux procédés de démarrage, et ces procédés dépendent eux-mêmes des distributions auxquelles les moteurs sont raccordés. Dans les distributions qui n'alimentent que des moteurs pouvant supporter des variations de vitesse momentanées, il n'y a pas d'inconvénient à admettre le démarrage brusque des moteurs dont la puissance ne dépasse pas une dizaine de chevaux, tandis que, sur les distributions qui desservent des lampes ou des moteurs dont la vitesse doit être tout à fait constante, il est indispensable d'éviter les démarrages trop brusques. Le moyen le plus généralement employé, dans ce cas, consiste à introduire dans le circuit de l'induit des résistances que l'on élimine graduellement. Avec les grands moteurs, on cherche autant que possible à démarrer à vide en se servant d'une poulie folle ou d'un embrayage. Quels que soient les moyens employés, il est bon de ménager une certaine élasticité dans les appareils de transmission : la courroie, qui permet un glissement initial, semble tout indiquée dans la plupart des cas.

Le réglage de la vitesse est une difficulté avec les moteurs polyphasés. On peut obtenir des vitesses variant dans les rapports 1 : 2 : 3 en modifiant le couplage des pôles inducteurs; mais pour obtenir des variations graduelles, il faut introduire dans l'induit des résistances qui absorbent une dépense d'énergie importante. En revanche, les moteurs polyphasés assurent une parfaite constance de la vitesse.

Au point de vue du prix et du rendement, les moteurs polyphasés sont actuellement équivalents aux moteurs à courant continu et, lorsque la fabrication en sera étendue et que les droits de brevets seront tombés, le prix de revient des premiers sera sans doute moins élevé que celui des seconds.

Conducteurs. — Les sections des conducteurs employés pour les courants alternatifs sont limitées par l'effet Thomson qui accroît la résistance en obligeant le courant à se porter à la surface du conducteur. On ne dépasse pas, sous les fréquences ordinaires, les sections de 300 à 350 millimètres carrés qui sont même trop élevées pour les lignes aériennes.

Les isolateurs à l'huile sont maintenant abandonnés à cause de l'entretien difficile qu'ils nécessitent et on leur préfère les grands isolateurs à double et triple cloche. Dans les lignes souterraines, on fait usage de conducteurs concentriques ou de conducteurs tordus enfermés dans la même armature. Les effets de capacité jouent dans ces lignes un rôle qui limite la tension admissible, tension qui est, d'ailleurs, également limitée par la difficulté de l'isolement. On emploie généralement, comme isolants, le papier ou une autre substance, à base de cellulose, et les épaisseurs employées croissent rapidement avec la tension.

Les prix des câbles varient suivant une progression dont les chiffres suivants donnent une idée : 2 câbles concentriques, de 100 millimètres carrés de section, fabriqués pour 2 000 volts, coûtent 8 958 francs le kilomètre, tandis que les mêmes câbles fabriqués pour une tension de 3 000 volts coûtent 9 840 francs, pour 4 000 volts 11 642 francs, et pour 5 000 volts, 13 090 francs.

Au delà de 4 000 volts on remplace le papier par du caoutchouc, qui a moins de durée.

MM. Gérard et Henrard donnent une description sommaire des installations mixtes de courants triphasés faites à Dresde et à Chemnitz (Saxe), par la maison Siemens et Halske. L'usine génératrice de Dresde comporte actuellement 4 génératrices de 300 chevaux chacune, fournissant un courant triphasé de 110 volts, lequel est porté à 3 000 volts avant d'être envoyé dans le réseau qui comporte des lampes à arc et à incandescence, et des moteurs actionnant des machines-outils, des transbordeurs de locomotives, des ponts roulants, des grues, etc. L'usine de Chemnitz ne comporte, en ce moment, que 450 chevaux, mais on l'agrandit pour l'amener à une puissance de 1 000 chevaux.

Enfin, MM. Gérard et Henrard concluent que le problème de l'alimentation simultanée des lampes et des moteurs sur les réseaux polyphasés, peut être considéré comme résolu et que les conditions du succès sont les suivantes :

1° L'emploi des génératrices à faible réaction d'induit, d'une puissance suffisante par rapport à celle des moteurs;

2° La limitation, entre des bornes convenables, de la perte de tension dans les câbles;

3° L'usage de moyens de démarrage des moteurs permettant de ne pas dépasser les courants normaux.

Avec ces précautions, les distributions par courants polyphasés donnent des résultats aussi satisfaisants, quant à la régularité, que celles à courant continu, avec l'avantage considérale d'utiliser les transformateurs pour les transmissions à grande distance et de supprimer le collecteur divisé des moteurs continus.

A. D.

HYGIÈNE

APPAREIL DE CHASSE MOBILE POUR LE CURAGE ET LE LAVAGE des égouts de faible section.

Le procédé de curage des égouts de faible section au moyen d'appareils de chasse mobiles, dont l'application faite à New-Haven (Connecticut) a été décrite tout récemment dans le *Génie Civil* [1], fonctionne déjà depuis quelques années dans plusieurs villes de la Belgique.

L'appareil de chasse mobile qui est en usage dans ce pays est dû à M. G. Wittevronghel, Ingénieur de la ville d'Anvers, et il a figuré aux Expositions de Bruxelles (1888) et d'Anvers (1894).

Le principe est en tout semblable à celui de l'appareil de New-Haven.

L'appareil belge (fig. 1) se compose d'un réservoir en tôle, ouvert à sa partie supérieure, que l'on place au dessus d'une cheminée d'accès de l'égout dont on veut effectuer le curage. Le fond du réservoir est muni d'une ouverture circulaire à laquelle vient s'adapter un tuyau télescopique dont l'orifice inférieur s'ouvre dans un plan vertical, de façon à diriger les chasses d'eau dans le sens de la pente de l'égout. Par le développement plus ou moins grand dont ce tuyau est susceptible, on peut atteindre les diverses profondeurs du réseau des égouts.

Le réservoir, monté sur deux roues, est facilement transportable. Le châssis porte tous les objets nécessaires aux opérations de curage : tuyau télescopique en tôle, poulie de manœuvre, etc. Le poids n'excède pas 600 kilogrammes.

L'installation est fort simple. L'appareil est d'abord rapidement calé, au moyen de supports mobiles, au-dessus de la cheminée d'accès où l'on veut pratiquer une chasse. Le tuyau télescopique est introduit dans la cheminée par l'orifice du fond du réservoir. Cet orifice est ensuite fermé au moyen d'une vanne horizontale, mobile entre deux glissières, ce qui permet de remplir le réservoir mis au préalable en communication avec une bouche de la canalisation d'eau de la Ville. Lorsque le réservoir est plein, un système très simple permet de déplacer brusquement la vanne.

Par cette manœuvre, une masse d'eau d'environ 3 mètres cubes, jetée brusquement et instantanément dans l'égout à travers le tuyau télescopique, produit des chasses très puissantes, opérant le dévase-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 21, p. 335.



ment et le lavage. Le tuyau, qui prend appui, par son orifice inférieur, sur la vase de l'égout, s'enfonce de plus en plus, automatiquement, à mesure que le délavage se produit.

Comme il faut à peine 5 secondes pour vider le réservoir, on peut se rendre compte de l'énergie de la chasse, qui se trouve augmentée encore par la hauteur de chute d'eau.

A Anvers, le service de curage des petits égouts, généralement de faible pente, qui ont une section moyenne de 0m 75 sur 0m 50 et un développement de près de 100 kilomètres, se fait exclusivement au moyen de deux de ces appareils de chasse.

Quatre hommes suffisent à la manœuvre de l'appareil et il est inutile de recourir à l'emploi de chevaux. Il en résulte une économie considérable sur le système employé en Amérique. L'appareil ne revient pas à plus de 2 000 francs.

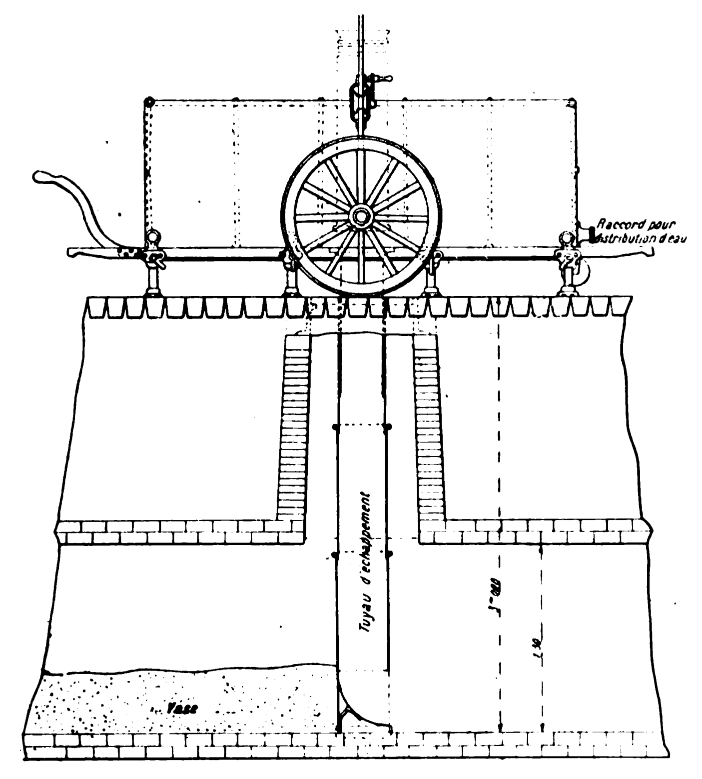


Fig. 1. — Appareil de chasse mobile employé en Belgique pour le curage des égouts de faible section.

M. Wittevronghel utilise aussi, pour le curage de certains égouts de plus grandes dimensions, un appareil auquel il a donné le nom de « poche-vanne ». Cet appareil (fig. 2) consiste en une poche en toile à voile goudronnée dont les dimensions varient suivant celles de l'égout ou du collecteur à curer. Cette poche est introduite dans l'égout par les cheminées d'accès. Sa partie supérieure est ouverte et retenue en divers points par de petits câbles en acier qui sont réunis à un écrou monté sur une forte tige filetée. Cette tige est fixée à l'intérieur de la cheminée de façon à retenir en place la poche, qui est ainsi suspendue à l'écrou. On remplit alors d'eau la poche; le poids de cette eau serre énergiquement la toile contre les parois de l'égout et forme un obstacle à l'écoulement des eaux d'amont. Lorsque celles-ci sont suffisamment élevées, on dévisse l'écrou. Aussitôt la poche-vanne, poussée par la pression des eaux d'amont, s'abat et la chasse se produit.

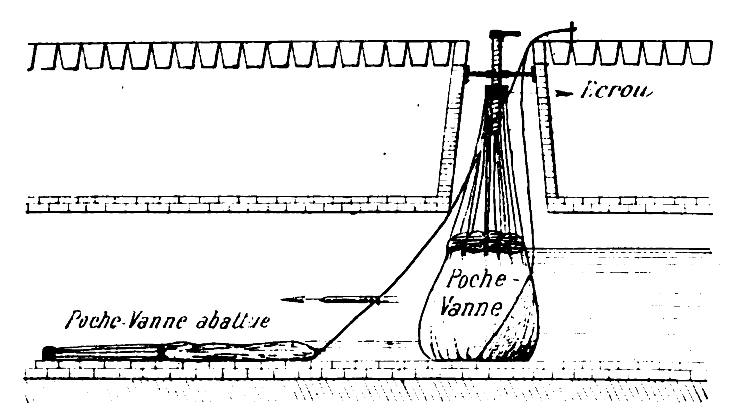


Fig. 2. — Poche-vanne pour le curage des égouts.

La poche-vanne est retenue par une corde, afin de ne pas être emportée par le courant.

Ce procédé est très économique pour les collecteurs qui écoulent beaucoup d'eau et dans lesquels il n'existe pas de portes de chasse.

Par ce système, appliqué à un collecteur de 3 500 mètres de longueur et de 2 mètres de largeur, renfermant en moyenne 0m 50 de hauteur de vase, le curage revient à 0 fr. 07 par mètre courant.

Henri Béliard,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

JURISPRUDENCE

ARCHITECTES ET ENTREPRENEURS

Les lacunes du Code Civil.

Dans une précédente étude [1] nous avons vu que ce n'est pas le monopole de leur profession que les architectes proprement dits revendiquent le plus instamment. Il y a plus de justice dans les vœux qu'ils formulent. Ils demandent une législation qui tienne exactement compte de la manière d'être de leur art, et qui déduise logiquement les droits et les obligations qui doivent en résulter pour eux. Ils veulent, en un mot, une autre condition juridique que celle des *entrepreneurs*, car rien n'est plus différent que ces deux professions. Tandis que l'entrepreneur se charge de faire les travaux et de procurer les matériaux et la main-d'œuvre, à forfait ou sans forfait, comme un industriel qui fait acte exclusif de commerce et de spéculation, l'architecte est l'artiste qui conçoit les projets, rédige les cahiers des charges, devis et marchés, ordonne les travaux au lieu et place du propriétaire, en surveille l'exécution et en règle le prix. L'architecte remplit une fonction d'ordre purement intellectuel : il conçoit et dirige; il défend aussi et surtout les intérêts du propriétaire contre les intérêts de l'entrepreneur. Ainsi considérés, l'architecte et l'entrepreneur sont presque deux adversaires, d'un rôle différent, d'intérêts opposés. Pourquoi les associer dans une même condition juridique ?

Telle est la confusion que la jurisprudence a longtemps commise et qu'elle commet souvent encore. L'erreur provient de la terminologie imparfaite qu'a employée le Code Civil. Ce Code, qui date de 1804, parle indifféremment des architectes et des entrepreneurs, comme s'ils n'exerçaient qu'une seule et même profession. C'est, qu'en effet, à cette époque, les architectes proprement dits n'existaient pour ainsi dire pas. On ne les rencontrait guère qu'à Paris, où les plus connus d'entre eux composaient l'Académie d'Architecture, fondée par Colbert et Louis XIV, et dont on ne faisait partie qu'à la condition essentielle de renoncer aux fonctions d'entrepreneur, même des bâtiments de Sa Majesté. Partout ailleurs, on ne connaissait que l'architecte-entrepreneur, qu'on appelait indifféremment entrepreneur ou architecte. Le Code Civil a suivi cette terminologie courante, habituelle; il a employé comme synonymes ces expressions d'*architecte* et d'*entrepreneur*, et il a ainsi préparé pour l'avenir une confusion qu'il n'entendait pas commettre lui-même [2].

Aussi faudrait-il qu'il fût définitivement reconnu qu'aucun des articles que le Code Civil consacre aux architectes, à l'exception de l'article 2270, ne concerne l'architecte de nos jours.

Tels sont les articles 1792 et 1793 qui déterminent les responsabilités encourues pour vices de construction et pour devis dépassés. Tel est l'article 1795. Tels sont aussi les articles 2103, § 4°, et 2110 qui organisent le privilège des constructeurs. Tous ces articles n'expriment-ils pas formellement qu'il s'agit de travaux *faits*, de constructions édifiées *à forfait ?* Ces hypothèses sont étrangères aux fonctions actuelles du véritable architecte. Celui-ci ne *fait* pas les travaux; il ne les *entreprend* pas, à forfait ni sans forfait. L'architecte conçoit les travaux, les dirige et les surveille, et reçoit en rémunération les *honoraires* convenus ou habituels.

En affirmant que le Code Civil n'a pas légiféré spécialement pour l'architecte-artiste, nous ne voulons pas dire que cette profession doit rester hors la loi pour y jouir de toutes les immunités. A défaut de textes spéciaux, il y a les principes généraux du droit. Les droits et les obligations de l'architecte seront déterminés par le contrat qui intervient avec le propriétaire. Quelle est la nature de ce contrat ? On méconnaîtrait le caractère éminemment intellectuel et artistique de la fonction d'architecte, si l'on disait qu'il y a là un louage d'industrie. L'architecte n'est pas locataire de son travail au même titre que l'entrepreneur et le maçon lui-même. Le contrat dont il s'agit

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 5, p. 76.
(2) Alphonse Bonpaix, *Code des Architectes*, p. 13 et suiv.



est un contrat de mandat salarié. C'est, en effet, aux règles du mandat qu'on soumet l'exercice des professions libérales (1).

L'intérêt pratique de cette solution est considérable dans plusieurs circonstances :

On appliquera, par exemple, l'article 2002 : « *Lorsque le mandataire a été constitué par plusieurs personnes pour une affaire commune, chacune d'elles est tenue solidairement envers lui de tous les effets du mandat.* » Si l'architecte était simplement un locataire d'ouvrage, il ne pourrait poursuivre, que pour sa part respective, chacune des personnes qui lui auraient commandé un travail en commun (2).

On appliquera aussi l'article 2001, d'après lequel : « *L'intérêt des avances faites par le mandataire lui est dû par le mandant à dater du jour des avances constatées.* » Il en serait ainsi des sommes que l'architecte, par suite de circonstances particulières, aurait payées à des entrepreneurs. Si on considérait l'architecte comme locateur, l'intérêt de ses avances ne lui serait dû qu'à partir du jour où il en ferait la demande en justice.

De même pour l'article 2003, qui dispose que *le mandat finit par la mort du mandant. sa déconfiture ou sa faillite.* Par application de cette disposition, l'architecte devra cesser ses fonctions et n'aura droit qu'aux honoraires qui lui sont dûs pour les travaux déjà faits s'il vient à se produire, dans l'état du propriétaire, l'une quelconque des éventualités prévues par l'article 2003. Au contraire, ces mêmes éventualités ne sont pas indiquées par l'article 1795 comme causes de dissolution du louage d'ouvrage.

C'est encore aux règles de ce contrat de mandat qui lie le propriétaire à l'architecte, qu'il y a lieu de faire appel pour déterminer les cas divers de responsabilité que les articles 1792 et 1793 du Code Civil n'ont énoncés que pour les seuls entrepreneurs.

Dans l'article 1793, il s'agit de la question des devis dépassés. Toute action est refusée au constructeur pour obtenir paiement des travaux supplémentaires qu'il aurait exécutés, sans autorisation écrite du propriétaire, en dehors des plans et devis d'un marché à forfait. Cette disposition de rigueur ne concerne que l'entrepreneur. Et le propriétaire qui aurait payé ces travaux supplémentaires à l'entrepreneur n'aurait de recours contre l'architecte que si celui-ci avait excédé les termes du *mandat* qu'il en aurait reçu. C'est ce mandat qu'on prendra en considération et non pas le forfait, lequel ne met en cause que l'entrepreneur. Dans l'appréciation des responsabilités encourues par l'architecte, les juges ne seraient pas tenus par la rigueur brutale de l'article 1793 ; ils pourraient supputer librement toutes les circonstances de fait et toutes les considérations d'équité (3).

Quant aux vices de construction, la responsabilité de l'architecte varie selon que la constatation en est faite et que la réparation en est demandée pendant que les travaux sont encore en cours ou après leur réception définitive.

Pendant la durée des travaux, l'architecte est responsable de toutes ses *fautes*. Telles seront les fautes qu'il aura commises par ignorance de son métier ou par un défaut de surveillance des entrepreneurs. La responsabilité des entrepreneurs n'est pas moindre. Mais, pour l'architecte, cette responsabilité découle d'un texte relatif au contrat de mandat, l'article 1792, qui dispose : « *Le mandataire répond, non seulement du dol, mais encore des fautes qu'il commet dans sa gestion. Néanmoins, la responsabilité relative aux fautes est appliquée moins rigoureusement à celui dont le mandat est gratuit qu'à celui qui reçoit un salaire.* » L'architecte encourt toute la responsabilité d'un mandataire salarié.

Après la réception des travaux, la responsabilité pour vices de construction est prolongée pendant dix ans. Cette responsabilité décennale fait l'objet des articles 1792 et 2270. Mais c'est le seul article 2270 qui est applicable à l'architecte. Cette réserve a été formellement exprimée lors des discussions qui ont préparé la rédaction de cet article. Il s'ensuit que l'architecte n'est responsable, pendant dix ans, que de la solidité des *gros ouvrages* qui constituent la structure même de l'édifice ou ses parties maitresses (4). L'article 1792 impute au contraire à l'entrepreneur la responsabilité décennale des simples malfaçons, à cette seule condition qu'elles soient d'une certaine importance. Et c'est justice, car l'architecte, qui a seulement dirigé les travaux, ne doit pas en répondre dans la suite aussi rigoureusement que l'entrepreneur qui les a faits (5).

Quand il s'agit d'une faute qui engage en commun la responsabilité de l'architecte et celle de l'entrepreneur, et que le propriétaire intente son action en responsabilité contre les deux, avant ou après la réception des travaux, la jurisprudence ne manque pas de condamner *solidairement* l'architecte et l'entrepreneur (6). C'est-à-dire que le propriétaire peut se faire payer par l'un ou par l'autre, à son gré, la totalité des condamnations qu'il a obtenues. Et cependant, nulle part, la loi ne stipule expressément cette solidarité. On ne devrait pas la présumer ; l'article 1202 le défend. L'équité voudrait, au contraire, que l'architecte ne puisse, en pareil cas, être poursuivi qu'à la dernière extrémité, si l'entrepreneur est notoirement insolvable et qu'il soit impossible au propriétaire d'obtenir la réparation à laquelle il a droit. Dans cette hypothèse d'une faute commune, comme par exemple pour une malfaçon, la responsabililé de l'architecte ne doit être que subsidiaire, car il a seulement à se reprocher de n'avoir pas empêché la faute que l'entrepreneur a personnellement commise (1).

(1) Cour de Cassation, 11 novembre 1885.
(2) *Gazette des Architectes*, année 1880, p. 74.
(3) Henri RAVON, *Responsabilité des constructeurs*, p. 44.
(4) Arrêt du Conseil d'État du 28 mars 1885.
(5) *Gazette des Architectes*, année 1884, p. 235 et année 1887, p. 129.
(6) Cour de Cassation, 25 mars 1874. Dalloz, 1874, I, 285.

Il n'est pas moins certain que le *privilège des constructeurs*, tel qu'il est organisé par les articles 2103, § 4°, et 2110 du Code Civil, ne peut pas être invoqué par les architectes. Sans doute, la jurisprudence le leur attribue pour la garantie de leurs honoraires, mais en continuant cette erreur que nous critiquons et qui consiste à soumettre la condition de l'architecte moderne à des articles de loi que le législateur de 1804 n'a édictés que pour l'architecte-entrepreneur de son temps. Le Code Civil suppose que le bénéficiaire du privilège dont il est question dans les articles 2103 et 2110 a fait les travaux, a fourni les matériaux et qu'il a ainsi procuré à l'immeuble une plus-value sur laquelle porte son droit de préférence. Mais c'est là le rôle de l'entrepreneur. L'architecte, avec le rôle que nous lui connaissons, ne fait pas les travaux, ne fournit pas les matériaux, n'engage pas ses propres fonds. Le privilège qu'on lui attribue n'a donc pas, en ce qui le concerne, de base ni de justification. En fait de garantie spéciale, l'architecte ne jouit que d'un droit de rétention sur ses plans et dessins jusqu'à complet paiement de ses honoraires (2).

Voilà autant de solutions que la jurisprudence n'admet pas ou qui n'ont trouvé devant les tribunaux que des confirmations isolées. C'est que le Code a paru formel. On a suivi la lettre de la loi, mais on en a méconnu l'esprit. On a vu que le Code parlait des architectes en même temps que des entrepreneurs et on a pensé que les architectes et les entrepreneurs devaient constituer, en droit, deux personnalités identiques. L'assimilation était juste pour l'architecte des temps passés, qui était architecte-entrepreneur ou entrepreneur général, et c'est cette seule assimilation qu'a voulu faire le législateur de 1804. L'architecte moderne, confiné dans ses travaux de conception et de direction, ainsi qu'il professe aujourd'hui, à peu près inconnu au commencement du siècle, n'a pas été l'objet des prévisions spéciales de la loi. Une évolution s'est produite dans la pratique professionnelle des architectes : il est nécessaire d'en tenir compte. Il faut faire une observation exacte de leur nouveau rôle professionnel et en déduire logiquement toutes les conséquences juridiques qui s'ensuivent. La jurisprudence aurait pu réaliser cette œuvre, sans qu'il fût utile de faire intervenir le législateur. Il n'y aurait eu qu'à se détourner de la signification littérale de telles et telles expressions du Code et à faire appel aux principes généraux du droit. Alors on aurait jugé que l'architecte est un mandataire et non pas un locateur d'ouvrage, un artiste et non pas un spéculateur, qu'il dirige les travaux mais qu'il ne construit pas, et on l'aurait dégagé de cette étroite solidarité de responsabilités qui l'identifient avec l'entrepreneur. Mais la jurisprudence n'a pas suivi les architectes dans leur évolution ; elle ne céderait sans doute qu'à l'injonction formelle de nouveaux textes de loi.

Louis RACHOU,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

INFORMATIONS

Mesures propres à éviter les coups d'eau dans les machines à vapeur.

Parmi les accidents qui peuvent survenir dans les machines à vapeur, en dehors de ceux provenant de défauts de construction, les plus dangereux sont peut-être les coups d'eau qui résultent de l'arrivée insolite d'une certaine quantité d'eau dans les cylindres, aussi doit-on chercher à les éviter le plus possible. M. L. Dubrule a publié à ce sujet, dans le *Bulletin de la Société industrielle du Nord de la France*, une note très intéressante dans laquelle il indique, après avoir traité toute une série d'accidents de ce genre, un ensemble de mesures propres à éviter ces accidents et que nous croyons intéressant de résumer ici.

L'arrivée d'eau peut provenir soit de la chaudière, soit du condenseur ; le premier cas est le plus rare et le moins dangereux, car la quantité ainsi introduite ne peut être très considérable, puisqu'elle n'est qu'une partie du volume admis qui, lui-même, n'est qu'une fraction de la contenance du cylindre ; dans le second cas, au contraire, l'eau peut remplir complètement le cylindre, soit qu'elle envahisse ce dernier à la suite d'un arrêt accidentel de la pompe à air, soit qu'elle se trouve aspirée par suite d'une cessation brusque de l'arrivée de la vapeur d'admission.

(1) Ach. HERMANT, *Annales de la Société centrale des Architectes*, année 1875, p. 34,
(2) Cour de Paris, 14 décembre 1869, Dalloz, 1871, II, 83.



On a essayé de rendre ces coups d'eau inoffensifs en plaçant des soupapes de sûreté sur chacun des fonds du cylindre : mais ce moyen était insuffisant car, pour être d'un secours effectif, ces soupapes devaient avoir de grandes dimensions et, par suite, fuyaient très souvent ; pour éviter ces fuites, les conducteurs serraient à bloc les clapets, ce qui rendait alors la protection illusoire.

Il est préférable de chercher à éviter l'arrivée de l'eau dans les cylindres, au lieu de vouloir atténuer l'arrivée de cette venue et voici les mesures que M. Dubrule conseille de prendre:

1° Éviter l'entraînement d'eau dans la conduite de vapeur en employant toujours des générateurs assez puissants et en mettant de bons séparateurs d'eau sur la conduite de vapeur préalablement entourée de calorifuge ;

2° S'assurer, avant la mise en route, que les commandes des pompes à air sont en bon état et avoir soin de goupiller les clavettes des têtes de bielles de ces commandes;

3° Mettre franchement les machines en route en n'ouvrant le robinet d'injection que lorsque la machine a déjà un peu tourné;

4° Avoir soin, dans les machines en général et dans les jumelles en particulier, de mettre la clef de manœuvre des robinets d'injection à la portée du conducteur, à proximité de la valve de prise de vapeur en l'obligeant à la fermer à chaque arrêt de la machine ;

5° Avoir toujours, dans les machines jumelles, un robinet central pour la prise de vapeur, de façon à ne jamais arrêter une machine sans l'autre;

6° Disposer, sur le condenseur, une soupape à flotteur. Cet appareil très simple se compose (fig. 1) d'une soupape manœuvrée par un levier à l'extrémité duquel se trouve un flotteur; le tout se trouve placé dans le condenseur à un niveau inférieur à celui des orifices d'injection d'eau et d'arrivée de vapeur d'échappement. Si l'eau s'accumule dans le condenseur et a tendance à se rendre au cylindre par le tuyau d'échappement, elle remonte, avant d'y parvenir, le flotteur F qui, soulevant la soupape, produit une rentrée d'air, lequel se dilate immédiatement et, rétablissant la pression atmosphérique, empêche l'eau d'arriver au cylindre. Cet appareil très simple et très pratique demande à être visité souvent pour s'assurer de son bon fonctionnement;

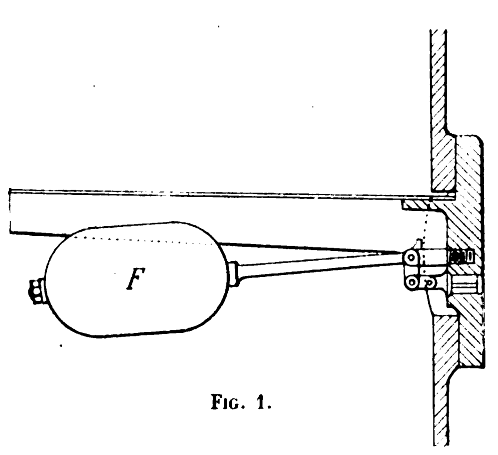


Fig. 1.

7° Interdire, d'une façon absolue, l'accouplement sans manchon à encliquetage, de deux moteurs de nature différente sur une même transmission.

En adoptant cet ensemble de précautions, on aura beaucoup de chances d'éviter les coups d'eau sans que l'on puisse, cependant, compter sur une sécurité absolue; il est, en effet, impossible de prévoir les maladresses multiples que peuvent commettre les conducteurs auxquels sont confiées les machines.

L'alimentation de Paris en eaux de source et de rivière.

A la suite de la sécheresse exceptionnelle qui eut lieu en 1893 et qui obligea le service des eaux de la Ville de Paris, malgré le supplément de ressources provenant de l'adduction de l'Avre, à substituer l'eau de rivière à l'eau de source dans plusieurs arrondissements, l'administration de la Ville vient de préparer un rapport contenant le programme des nouvelles adductions d'eau de source qui sont nécessaires pour assurer les besoins de la consommation domestique, au moins jusqu'en 1920.

Ce rapport fait ressortir tout d'abord le caractère impraticable et même dangereux des divers expédients qui ont été imaginés pour parer à l'insuffisance des eaux de source pendant les périodes estivales. Ni la fermeture des conduites à la sortie des réservoirs, ni la fermeture partielle des robinets ne sont possibles, et tout système de rationnement obligatoire doit être rejeté.

Il n'y a pas davantage à songer, pour réaliser des économies d'eau de source, à la remplacer par l'eau de rivière à l'intérieur des maisons: le prix serait d'ailleurs deux fois plus grand s'il fallait élever l'eau de rivière jusqu'aux étages supérieurs.

De ces considérations, il résulte que le remède à la situation ne peut être cherché que dans une augmentation d'approvisionnement. Actuellement on dispose, pour une population de 2 500 000 habitants, d'un cube total de 650 000 mètres, dont 200 000 seulement d'eau de source. En tenant compte du développement probable de la consommation, il faut prévoir que dans trente-cinq ans l'ensemble des services publics et privés exigera 1 100 000 mètres cubes, se décomposant en 400 000 mètres cubes d'eau de source et 700 000 d'eau de rivière, pour une population de 3 300 000 habitants, ce qui correspond à 330 litres par personne et par vingt-quatre heures. Il y aurait donc lieu de se procurer, d'ici à cette date, un supplément de 200 000 mètres cubes d'eau de source et de 250 000 mètres cubes d'eau de rivière, en y ajoutant 100 000 mètres cubes d'eau filtrée, comme ressource pour des circonstances exceptionnelles et notamment en cas d'investissement.

Pour faire face à cette augmentation, le service des eaux de la Ville de Paris, après avoir écarté, en principe, comme trop coûteuses les dérivations d'une partie des eaux du lac de Genève ou du lac de Neuchâtel, se prononce pour le développement progressif du programme toujours suivi jusqu'ici par la Ville de Paris, c'est-à-dire l'adduction de nouvelles sources du bassin de la Seine, et l'extension du service d'eau de rivière par la création de nouvelles usines et de nouveaux réservoirs. La dépense à prévoir pour l'exécution de ce programme est évaluée à 170 millions environ.

Une somme de 46 millions serait prélevée sur les fonds de l'emprunt autorisé par la loi de 1894 pour exécuter la première partie de ce programme, qui serait terminée avant 1900. Cette partie comporte la dérivation du Loing et du Lunain, la formation d'un approvisionnement complémentaire de 130 000 mètres cubes d'eau de rivière par jour, l'installation de filtres pour 65 000 mètres cubes et l'établissement d'un avant-projet d'adduction d'un nouveau volume d'eau de source de 160 000 mètres cubes.

Prix de revient comparatifs des différents systèmes d'éclairage.

M. F. Joly, directeur de la Société d'électricité de Cologne, a fait dernièrement, à l'Assemblée annuelle de la *Deutschen Verein von Gaz und Wasserfächenännern*, une intéressante communication sur les résultats des essais photométriques qu'il a entrepris pour déterminer le prix de revient comparatif des différentes sources de lumière actuellement employées dans la pratique.

Ces expériences ont été faites en prenant pour terme de comparaison un éclairage de 16 unités Hefner. Nous rappellerons, à cette occasion, que la valeur de l'unité Hefner est comprise entre 0,102 et 0,106 de carcel.

On a admis, pour l'établissement des prix de revient, que la dépense de courant électrique nécessaire à la production d'une unité Hefner est, en moyenne, de 3,3 watts au début de l'allumage et de 3,7 après 500 heures de marche, soit une moyenne de 5,5 watts pour 16 unités Hefner, le prix de l'hectowatt étant supposé égal à 0 fr. 0875.

Pour les manchons, on a supposé que leur durée moyenne était de 400 heures et l'on a admis que le prix d'un manchon était égal à 2 fr. 50.

Le prix de revient du gaz de houille a été évalué à 0 fr. 20 le mètre cube; celui du litre d'alcool, à 0 fr. 375 pour l'alcool à 94°, et à 0 fr. 325 pour l'alcool à 90°; enfin le prix de revient du litre de pétrole a été considéré comme étant égal à 0 fr. 1875. Ces prix, bien entendu, s'appliquent à l'Allemagne seulement aussi les chiffres trouvés par M. Joly devraient-ils être sensiblement modifiés pour pouvoir s'appliquer en France.

Le tableau suivant résume les principaux résultats obtenus par M. Joly :

Classement.	Mode d'éclairage.	Dépense horaire.
I.	Incandescence par l'électricité	Fr. 0,0497
II.	Gaz de houille. Brûleur à fente	0,0320
III.	— — Argand	0,0266
IV.	— — de précision Siemens	0,0200
V.	Incandescence à l'alcool à 94°, d'après Hayduch	0,0177
VI.	— à 90° —	0,0161
VII.	Gaz de houille, brûleur à récupération Siemens	0,0157
VIII.	— lampe Wenham	0,0140
IX.	Pétrole, petite lampes	0,0137
X.	— grosses lampes	0,0100
XI.	Gaz de houille, brûleur plat Siemens	0,0112
XII.	— brûleur à incandescence	0,0087
XIII.	Lampes électriques à arc (petites lampes)	0,0082
XIV.	— (grosses lampes)	0,0072

Utilisation des solutions de bisulfite de chaux provenant des papeteries pour la fabrication des briquettes de charbon.

A la suite d'une entente avec une fabrique de pâte de bois au bisulfite de chaux, située dans le voisinage des hauts fourneaux au bois de Cömor (Hongrie), on utilise la chaleur des gaz perdus provenant de ces hauts fourneaux pour concentrer, dans des bassins en tôle, plats et découverts, les solutions de bisulfite telles qu'elles proviennent de la papeterie. Lorsque ces solutions on atteint le degré de concentration voulu, on les conduit dans une machine à briquettes où elles se mélangent intimement avec les menus de charbon. Les briquettes ainsi obtenues acquièrent une extrême dureté en séchant. Au début, les propriétaires s'en servirent comme combustible en remplacement du bois et, comme elles ne dégageaient aucune mauvaise odeur en brûlant, on se décida ensuite à les employer dans les hauts fourneaux. Ce dernier résultat ne peut être obtenu qu'après un assez grand nombre d'essais, car il s'agissait d'éviter l'action nuisible du soufre contenu dans ces briquettes, sur le minerai en traitement; on y est parvenu en employant une quantité de flux calcaire suffisante pour faire passer la totalité du soufre dans les scories, et les



résultats actuellement obtenus sont, paraît-il, des plus satisfaisants : ces briquettes au bisulfite de chaux sont, d'après le directeur même de l'usine, d'un excellent usage, non seulement sur la grille des foyers ordinaires, mais aussi dans les hauts fourneaux.

État actuel de la verrerie en Allemagne.

Nous empruntons au *Handels Museum* les renseignements suivants qui donnent un aperçu de l'état actuel de l'industrie du verre en Allemagne.

On peut classer les verreries allemandes en deux groupes : l'un formé par l'ensemble des usines dans lesquelles on produit les objets manufacturés en partant des matières premières nécessaires à la fabrication du verre ; l'autre renfermant toutes les verreries dans lesquelles on ne fait que souffler et tailler le verre.

Au mois de juillet 1896 le premier de ces groupes comptait 312 verreries occupant environ 50 000 ouvriers et se répartissent de la façon suivante : 187 en Prusse, 54 en Bavière et les autres dans les divers Etats de l'Allemagne. Le second groupe de verreries comprend 163 établissements, occupant ensemble environ 9 000 ouvriers.

Il y a donc, actuellement, dans tout l'Empire allemand, un total de 475 usines où l'on travaille le verre : 241 en Prusse, 108 en Bavière, 33 en Saxe et les autres dans les divers Etats de l'Empire.

Machines à essayer le métal des coussinets.

M. P. d'Argentan signale, dans le *Praticien industriel*, une nouvelle machine fort simple, actuellement en usage en Amérique pour déterminer, par comparaison, la qualité du métal employé pour les coussinets.

Deux montants *e e* (fig. 1) supportent un arbre en acier *b* muni, en son milieu, d'une poulie motrice P ; les extrémités de cet arbre, dont le diamètre est de 30 millimètres, sont taillées en forme de tronc de cône ayant 50 millimètres de hauteur et 5 millimètres de diamètre à leur extrémité. Les deux pièces à essayer par comparaison se composent de blocs de métal *a* et *a'* fixés solidement sur deux plateaux à griffe *c* et *c'* et présentant une cavité conique dans laquelle viennent s'engager les extrémités de l'arbre *b* ; chacun de ces blocs de métal doit

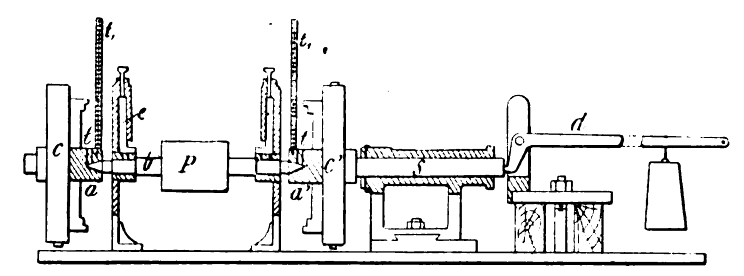


Fig. 1. — Machine à essayer le métal des coussinets.

être, en outre, muni de deux orifices l'un *t* destiné au graissage, l'autre destiné à recevoir un thermomètre t_1 servant à déterminer les élévations de température produites par le frottement.

Dans le prolongement de l'arbre *b* s'en trouve un second *s* venant appuyer sur le plateau *c'* en se déplaçant latéralement sous l'action d'un levier à contrepoids mobile *d* qui permet de régler à volonté la pression exercée sur chacun des deux blocs de métal à l'essai. Lorsqu'on fait tourner l'arbre *b*, le frottement détermine une élévation de température variable avec la pression exercée, la nature du métal et la vitesse de rotation. C'est ainsi qu'en faisant tourner l'arbre à 2 000 tours par minute, on a obtenu les résultats suivants :

Nature du métal.	Pression en kilogr. par centimètre carré.	Maximum de température observé.
Bronze anglais. . .	7	40°C
Id. . . .	10	58°C
Métal antifriction .	7	140°C
Id. . .	10	175°C

Exposition de 1900.

Architectes chargés de la construction des édifices.

L'administration de l'Exposition de 1900 vient de désigner les architectes qui seront chargés d'édifier les divers palais du Champ de Mars, de l'Esplanade des Invalides, du Trocadéro et des berges de la Seine. Les travaux ont été confiés aux lauréats des deux concours. Cette répartition est faite de la façon suivante :

Cours-la-Reine et Esplanade des Invalides. — Entrées monumentales des Champs-Élysées et de la place de la Concorde : M. René Binet ;

Pont Alexandre III ; partie architecturale et décorative ; arrangement des quais et des berges de la Seine, en amont du pont des Invalides : MM. Cassien-Bernard et Cousin ;

Palais de l'Éducation et de l'Enseignement ; galeries des Manufactures nationales : MM. Toudoire et Pradelle ;

Palais de la Décoration et du Mobilier des Édifices publics et Habitations (à l'exception de la céramique et de la verrerie) : M. Ch. Esquié ;

Palais des Industries diverses : MM. Larche et Nachon ;

Palais de la Céramique, des Cristaux et de la Verrerie : M. Tropey-Bailly.

Berges de la Seine et du Champ de Mars. — Grande serre de l'Horticulture ; quais et berges de la Seine entre le pont de l'Alma et le pont des Invalides : M. Ch.-A. Gautier ;

Palais de l'Économie sociale et des Congrès ; passerelles sur les voies aboutissant au pont de l'Alma : M. Ch. Mewès ;

Pavillons de la Navigation de commerce, des Forêts, de la Chasse, de la Pêche et des Cueillettes ; quais et berges de la Seine, en aval du pont de l'Alma : MM. G. Tronchet et Adrien Rey ;

Palais des instruments et procédés généraux des Lettres, des Sciences et des Arts : M. Louis Sortais ;

Palais des Aliments : M. Louis Varcollier ;

Palais des Fils, Tissus et Vêtements : M. Blavette ;

Palais du Génie civil et des Moyens de transport : M. Jacques Hermant ;

Palais du matériel et des procédés généraux de la Mécanique ; palais des Mines et de la Métallurgie ; château d'eau qui doit se trouver au fond du Champ de Mars : M. E. Paulin ;

Palais de l'Électricité et palais des Industries chimiques : M. Eugène Hénard ;

Aménagement de la galerie des Machines pour la salle des Fêtes et le groupe de l'Agriculture : M. Gustave Raulin.

Trocadéro. — Palais de la Colonisation : MM. Deperthes père et fils.

Le *service des installations*, que dirigeait, en 1889, M. Sédille, sera confié pour 1900 à deux architectes primés également au concours d'ensemble : M. Louis Bonnier, qui sera chef du service, et M. Masson-Détourbet, qui s'occupera spécialement des sections étrangères.

Nous rappellerons enfin que M. Ch. Girault a été chargé de diriger la construction des deux nouveaux palais des Champs-Elysées, et qu'on lui a adjoint comme collaborateurs, pour la construction du grand palais, trois architectes primés au concours ouvert pour ces palais : MM. Deglane, Louvet et Thomas.

Varia.

Nominations. — Par arrêté du ministre des Travaux publics :

M. du Boys, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, actuellement chargé du service des Vosges, est chargé du département de l'Orne et remplacé par M. Barbet ;

M. Cuvelette, Ingénieur des Mines, est chargé du service du sous-arrondissement minéralogique de Clermont-Ferrand ;

M. Colin de Verdière, Ingénieur des Mines, est chargé du service du sous-arrondissement de Moulins ;

M. Rivière-Vicat, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, actuellement chargé du département de la Savoie, est chargé du service de l'Isère et remplacé par M. Robert ;

M. Soulié, Ingénieur des Ponts et Chaussées, est chargé du département de la Lozère ;

M. Caussin de Perceval, Ingénieur des Ponts et Chaussées, actuellement attaché, à Fécamp, au service du département de la Seine-Inférieure, est chargé, à Thiers, de l'arrondissement de l'est du département du Puy-de-Dôme et remplacé par M. Guillet ;

M. Dusuzeau, Ingénieur des Ponts et Chaussées, actuellement chargé de l'arrondissement de Compiègne, est nommé Agent voyer en chef de la Somme, et remplacé par M. Pierret ;

M. Caldaguès, Ingénieur des Ponts et Chaussées, est chargé de l'arrondissement de Clermont ;

M. Michel, Ingénieur des Ponts et Chaussées, est mis à la disposition du maire de Nantes pour être chargé de la direction des travaux d'assainissement de cette ville.

— Par décision du ministre de l'Agriculture :

M. Lefolcalvez, Conducteur des Ponts et Chaussées, faisant fonctions d'Ingénieur, est chargé du service hydraulique de l'arrondissement est du département de Maine-et-Loire ;

M. Grand, Agent voyer, faisant fonctions d'Ingénieur, est chargé du service hydraulique de l'arrondissement de Saint-Jean-de-Maurienne ;

M. Tollet, Conducteur principal, faisant fonctions d'Ingénieur, est chargé du service hydraulique de l'arrondissement du centre du département de la Manche ;

M. Corbeaux, Ingénieur des Ponts et Chaussées, est chargé du service hydraulique de l'arrondissement de Cambrai.

— Sont nommés membres du Conseil supérieur du Travail pour une période de deux ans :

MM. Audiffred, Bovier-Lapierre, Gruet, Maruéjouls, Mesureur, de Mun et Siegfried, députés ; Thévenet, Tolain, R. Waddington, sénateurs ; Cheysson, Inspecteur général des Ponts et Chaussées ; J.-B. Dulac, délégué de la Société de secours mutuels des ateliers de l'Ouest ; Étienne Jour, membre du Conseil d'administration de la Chambre syndicale des mineurs de la Loire ; Leduc, président du Comité supérieur des syndicats de la chapellerie française ; A. Liébaut, constructeur-mécanicien ; Linder, Inspecteur général des Mines ; Many, secrétaire général de la Société industrielle des téléphones ; Marguery, président de la Chambre syndicale des restaurateurs de la Seine ; Martelin, filateur ; Mazuriez, fabricant de sucre ; Motteroz, administrateur-directeur des Imprimeries réunies ; Parché, charpentier ; Parent, Ingénieur en chef du matériel et de la traction aux chemins de fer de l'État ; Jean Rey, président du syndicat des ouvriers polisseurs ; Claude Rochet, contremaître tisseur ; Villard, président de la Société du travail professionnel en France.

MM. Lourties et Waddington, sénateurs, Audiffred et Mesureur, députés, sont nommés vice-présidents du Conseil supérieur du Travail.

***

Société des Ingénieurs civils. — L'inauguration officielle du nouvel Hôtel que la Société des Ingénieurs civils de France vient de se faire construire à Paris, 19, rue Blanche, aura lieu le jeudi soir 14 janvier 1897. Le Président de la République a accepté l'invitation qui lui avait été adressée et a promis d'assister à cette fête, qui doit comprendre un programme artistique et littéraire ainsi qu'une soirée dansante.



SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 18 décembre 1896.

Présidence de M. L. Molinos, Président.

La Société des Ingénieurs civils de France, dans sa séance du 18 décembre, a procédé au renouvellement de son Comité et de son Bureau :

Président : M. Lippmann (E.).
Vice-présidents : MM. Rey (L.), Dumont (G.), Delaunay-Belleville (L.), Badois (E.).
Secrétaires : MM. Jannettaz (P.), Bert (E.), Baignères (G.), Lavezzari (A.).
Trésorier : M. de Chasseloup-Laubat (L.).
Comité : MM. Loreau (A.). Couriot (H.), Canet (G.), Bodin (P.), Forest (H.), Roger (P.-G.), Liébaut (A.), Carimantrand (J.), Levassor (E.-C.), Regnard (P.), Honoré (F.), Compère (Ch.), Hillairet (A.), Carpentier (J.), Gallois (Ch.), Richemond (E.), Derennes (E.), Sartiaux (E.), Mesureur (J.), Gruner (E.), Moreau (Aug.), Baudry (Ch.), Pontzen (E.), Simon (E.).

E. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 14 décembre 1896.

Mécanique analytique. — *Sur les intégrales quadratiques des équations de la dynamique.* Note de M. G. di Pirro, présentée par M. Appell.

Mécanique céleste. — *Sur une forme nouvelle des équations du problème des trois corps.* Note de M. H. Poincaré.

Astronomie. — *Nouveau micromètre à double image, particulièrement approprié à la mesure des petits diamètres.* Note de M. G. Bigourdan, communiquée par M. Lœwy.

Physique mathématique. — *Sur quelques erreurs admises comme vérités en électro-magnétisme.* Note de M. Vaschy.

L'application du principe de la conservation de l'énergie à un phénomène physique n'offre aucune difficulté lorsqu'on est sûr de connaître complètement les travaux et les variations d'énergie (calorifique, chimique, électrique, force vive, etc.) qui interviennent dans ce phénomène. La formule à appliquer se réduit à :

$$\delta\mathfrak{T} + \delta W = 0,$$

δW désignant, par exemple, la somme des accroissements d'énergie d'un système de corps A, et $\delta\mathfrak{T}$ la somme des travaux effectués par ce système sur les corps extérieurs pendant le même temps, aucun autre échange d'énergie que $\delta\mathfrak{T}$ ne s'effectuant, d'ailleurs, entre le système A et l'extérieur.

C'est ainsi que l'on calcule l'expression de l'énergie électrique et celle de l'énergie magnétique d'un système d'aimants quand on connaît l'expression du travail des forces électriques et magnétiques, car il n'intervient pas forcément d'autre travail ou variation d'énergie. Mais ces deux cas particuliers ne doivent pas servir de modèles pour calculer l'énergie d'un champ magnétique créé par des courants, car dans le circuit d'un courant il intervient inévitablement un accroissement d'énergie calorifique dont on doit tenir compte. Bien des auteurs commettent néanmoins dans ce calcul des erreurs graves, que M. Vaschy signale en partie dans sa note.

Électricité. — *Sur la tension longitudinale des rayons cathodiques.* Note de M. Colard, présentée par M. Poincaré.

Hypothèses. — 1° Le rayon est constitué par un transport de molécules chargées négativement ; 2° le champ électrique est négligeable dans l'espace considéré.

Dans ces conditions, un rayon cathodique se propageant dans un champ magnétique s'infléchit de façon à prendre la forme d'équilibre d'un conducteur parfaitement flexible, portant le même courant ; ce conducteur serait le siège d'une tension longitudinale égale à la quantité de mouvement du rayon cathodique par unité de longueur.

D'ailleurs, comme cette quantité de mouvement est numériquement égale à la masse matérielle traversant la section du rayon pendant l'unité de temps, elle est constante sur toute la trajectoire, en vertu de la loi de continuité du courant moléculaire.

Physique appliquée. — *Les rayons de Rœntgen appliqués au diagnostic de la tuberculose pulmonaire.* Note de M. Ch. Bouchard.

Dans une précédente Communication (1), M. Bouchard annonçait à l'Académie que l'épanchement pleurétique arrête en partie les rayons de Rœntgen et marque par une teinte sombre, à l'examen radioscopique, le côté malade, qui contraste ainsi avec la clarté brillante du côté sain.

Chez tous les tuberculeux que M. Bouchard a examinés à l'aide de l'écran fluorescent, il a constaté l'ombre des lésions pulmonaires ; son intensité était en rapport avec la profondeur de la lésion. Dans deux cas, des taches claires apparaissant sur le fond sombre, ont marqué la présence de cavernes vérifiées par l'auscultation. Mais dans d'autres cas, où l'auscultation faisait reconnaître l'existence d'excavations, celles-ci n'ont pas été vues à l'examen radioscopique. Chez un malade, les signes généraux et la toux faisaient soupçonner un début de tuberculisation, mais l'examen de l'expectoration ne montrait pas de bacilles, et les signes physiques ne permettaient pas de porter un diagnostic certain. La radioscopie a montré que le sommet de l'un des poumons était moins perméable ; et, quelques jours après, l'auscultation comme l'examen bactériologique ne laissaient pas le moindre doute.

Physique du globe. — 1° *Sur un appareil destiné à démontrer que la quantité des gaz dissous dans les grandes profondeurs de la mer est indépendante de la pression.* Note de M. Jules Richard.

L'appareil décrit par M. Richard a fonctionné pendant la dernière campagne du yacht *Princesse-Alice*.

Le principe de l'appareil est le suivant : 1° on envoie, à la profondeur voulue, une bouteille pleine de mercure dont le goulot plonge dans une cuvette également pleine de mercure ; 2° on abaisse alors la cuvette pour libérer l'orifice de la bouteille dont le mercure s'échappe et est remplacé par l'eau ; 3° on fait tomber la bouteille de façon que son goulot vienne de nouveau plonger dans le mercure. Si la bouteille revient à la surface avec une grande quantité de gaz libre, c'est que le gaz est dissous en plus grande quantité dans la profondeur qu'à la surface, et qu'il se dégage sous l'influence de la diminution de pression à la montée. Si la bouteille revient, au contraire, pleine d'eau, c'est qu'il n'y a pas plus de gaz au fond qu'à la surface.

L'expérience s'accorde avec la théorie pour démontrer que la quantité des gaz dissous dans les profondeurs de la mer est indépendante de la pression et que cette quantité y est un peu plus grande qu'à la surface, en raison de leur solubilité plus grande à une plus basse température.

2° *Sur une pluie rouge tombée à Bizerte (Tunisie).* Note de M. Ginestous, présentée par M. Mascart.

Le 4 novembre 1896, il est tombé sur Bizerte une pluie chargée de corpuscules rouges. L'étude microscopique des résidus solides déposés par cette pluie a permis à M. Ginestous de constater que les poussières qui la coloraient étaient de nature minérale, à l'exclusion de tout élément organisé vivant. Il n'y a pas trace de matières calcaires et la silice constitue le principal élément des poussières observées.

L'absence de mica et l'examen à la lumière polarisée permettent de conclure que la roche qui a fourni les éléments minéralogiques est une pegmatite granulitique.

Chimie minérale. — 1° *Sur l'anhydride sélénique.* Note de M. René Metzner, présentée par M. Henri Moissan.

2° *Sur les combinaisons antimoniotungstiques.* Note de M. L.-A. Hallopeau, présentée par M. Troost.

L'hydrate antimonique est susceptible de se combiner à l'acide tungstique pour former des combinaisons antimoniotungstiques, qui doivent être placées à côté des combinaisons phosphotungstiques et arséniotungstiques.

3° *Recherches sur les sulfures de cobalt et de nickel.* Note de M. G. Chesneau, présentée par M. A. Carnot.

En résumé, il ressort des recherches de M. Chesneau, que les polysulfures alcalins, saturés de soufre à froid, donnent dans les sels cobalteux un persulfure noir, de composition Co^2S^7, insoluble dans les monosulfures alcalins, soluble, au contraire, dans ces sulfures saturés de soufre. Les sels nickeleux donnent, dans les mêmes conditions, un persulfure noir paraissant correspondre à celui de cobalt, mais, à l'inverse de ce dernier, à peine soluble dans le polysulfure sodique et, au contraire, notablement soluble dans le monosulfure.

Chimie organique. — *Sur le dibromo 1—3 propène.* Note de M. R. Lespieau, présentée par M. Friedel.

Chimie analytique. — *Nouveau procédé de dosage de la glycérine.* Note de MM. F. Bordas et Sig. de Raczkowski, présentée par M. Schützenberger.

Chimie industrielle. — *Analyse du cuivre industriel par voie électrolytique ; dosages de l'arsenic, de l'antimoine, du soufre et des métaux étrangers.* Note de M. A. Hollard, présentée par M. Arm. Gautier.

Chimie physiologique. — *Sur la casse des vins.* Note de M. J. Laborde, présentée par M. Duclaux.

L'altération des vins, constituant la maladie de la casse, paraît être due à un agent appartenant au groupe des diastases, et qui, servant d'intermédiaire entre l'oxygène de l'air et la matière colorante du vin, détermine la décoloration de celui-ci.

Le moyen le plus rationnel pour empêcher les vins de se casser serait de détruire la diastase oxydante par la chaleur ; une température de 70° suffit pour cela.

Physiologie. — *Le refroidissement du globe, cause primordiale d'évolution.* Note de M. R. Quinton, présentée par M. Marey.

Physiologie végétale. — *Sur la formation des réserves non azotées de la noix et de l'amande.* Note de M. Leclerc du Sablon.

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

Leçons sur l'électricité et le magnétisme, par M. Mascart. Tome premier. Phénomènes généraux et théorie. — Un volume grand in-8° avec 130 figures dans le texte. — Masson et Gauthier-Villars, éditeurs, Paris, 1896. — Prix broché : **25** francs.

Ce volume est le premier de la seconde édition du même ouvrage publié, il y a plusieurs années, par MM. Mascart et Joubert ; la rédaction a été presque complètement remaniée pour tenir compte des progrès accomplis dans le domaine de l'électricité.

Les modifications introduites dans le texte primitif et les développements nouveaux qu'exige l'état actuel de la science, n'ont pas altéré le plan général de cet ouvrage. Ce premier volume constitue une sorte de corps de doctrine, renfermant l'ensemble des faits et des conceptions qui ont servi à les coordonner. Quant au second volume, il sera plus spécialement consacré à l'étude des méthodes d'observation, au détail des expériences et à l'examen des principaux caractères que présentent les applications si nombreuses de l'électricité dans l'industrie.

Manuale dell' Ingegnere civile e industriale, par G. Colombo. — 1 vol. in-18 de 400 pages, avec 207 figures. — Ulrico Hoepli, éditeur, Milano, 1897. — Prix : **5** lire **50**.

Cette nouvelle édition du ***Manuale dell' Ingegnere*** a été mise au courant des progrès de l'art de l'Ingénieur ; elle contient de nouveaux chapitres sur la transmission de la force par l'électricité et sur les prescriptions législatives qui s'y rapportent. La partie consacrée aux brevets a été augmentée, et celle relative à la technologie du coton a été remaniée. Un index alphabétique facilite les recherches de ce manuel très documenté et rédigé avec beaucoup de soin et de méthode.

Le Génie Civil publie une analyse de tous les ouvrages techniques dont on lui fait parvenir deux exemplaires.

Le Gérant : **H. Avoiron.**

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 7, p. 112.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 9. N° 760. Samedi 2 Janvier 1897.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Tramways**: Tramways électriques de Rouen, p. 129; C. Jimels. — **Électricité**: Transmission de la puissance motrice à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer, p. 133; G. Dumont et G. Baignères. — **Hygiène**: Évacuation et traitement des eaux d'égout et des ordures ménagères. Système appliqué à Longhborough (Angleterre) *(planche IX)*, p. 135; Geo. Renel. — **Travaux publics**: Appareils de chasse des réservoirs, p. 137; P. Frick. — **Constructions navales**: Dock à manœuvre hydraulique de l' « Union Iron Works », à San Francisco (États-Unis), p. 140. — **Informations**: Éclairage électrique des trains, p. 142; — Description de deux nouveaux appareils de démonstration, p. 142; Eugène Hoffmann; — Conseil supérieur du Travail, p. 14?; — Le chemin de fer de Mandchourie, p. 143. — Varia, p. 143.

Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences, séance annuelle publique du 21 décembre 1896, p. 143.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 144.

Planche IX: Évacuation et traitement des eaux d'égout et des ordures ménagères. Système appliqué à Longhborough (Angleterre).

TRAMWAYS

TRAMWAYS ÉLECTRIQUES DE ROUEN

La Ville de Rouen a inauguré dernièrement un réseau de tramways électriques qui se trouve être actuellement le plus important de France par son développement.

Ce réseau compte, en effet, 37 kilomètres de lignes en exploitation; il dépasse donc de beaucoup les autres installations du même genre existantes, parmi lesquelles nous pouvons citer : Lyon, avec 17 kilomètres environ, puis le Havre avec 13 kilomètres et Marseille avec 8 kilomètres.

Anciennement la traction se faisait à l'aide des chevaux; mais un service défectueux et des voies en très mauvais état demandaient une transformation complète.

Le 1er février 1895, la Compagnie des tramways de Rouen fut autorisée à substituer la traction électrique à la traction animale, et moins d'un an après, au mois de janvier 1896, les premières voitures circulaient sur le réseau.

Des essais préliminaires, effectués pendant la période janvier-avril, ont pleinement démontré la supériorité de la nouvelle installation.

Le système Thomson-Houston avec prise de courant par fil aérien et trolley, et retour du courant par les rails, a été adopté dans la construction de cette ligne. Malgré les préventions plus ou moins fondées que l'on peut avoir contre ce système au point de vue de l'esthétique, on doit reconnaître qu'il renferme en lui-même trois grands avantages : l'économie et la simplicité de l'exploitation, la grande puissance de transport et le confortable de la locomotion.

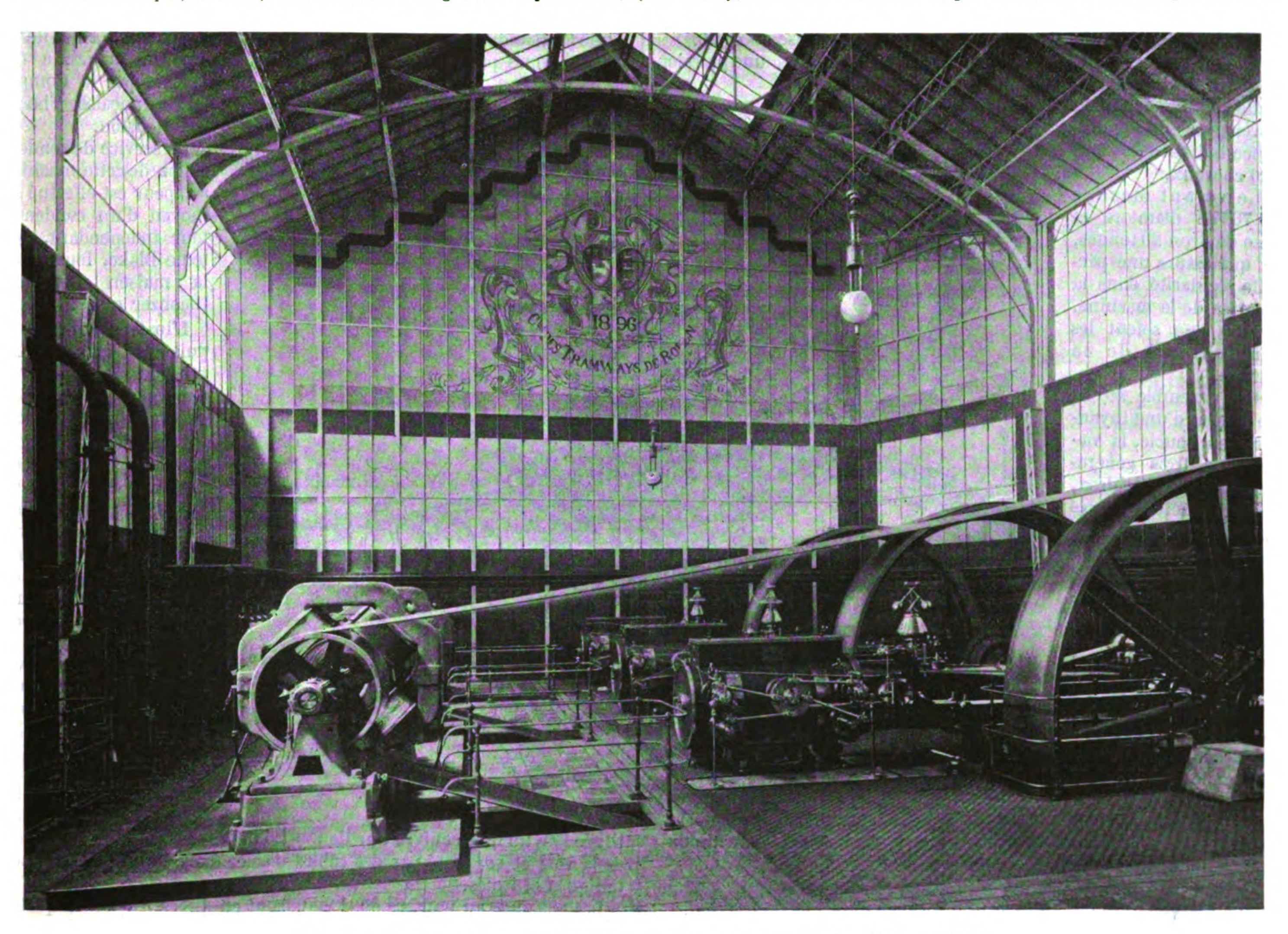


Fig. 1. — Tramways électriques de Rouen : Vue intérieure de la station centrale.



Réseau. — Le réseau des tramways électriques de Rouen comprend dix lignes (fig. 2) se répartissant comme suit :

Numéros des lignes.	Parcours.	Longueur en kilomètres.
1	Du pont Corneille à Maromme	7 »
2	Du quai du Mont-Riboud et à Darnetal	5 »
3	De l'Hôtel de Ville à Sotteville	3,5
4	De la place Beauvoisine au Jardin des Plantes.	3,5
5	De la place de la Cathédrale aux Chartreux . .	3 »
6	De l'Hôtel de Ville au Petit-Quévilly	4 »
7	Du pont Corneille au Champ-des-Oiseaux . . .	2,5
8	De l'Hôtel de Ville à la route de Lyons	1,5
9	Ligne circulaire du pont Corneille au pont Corneille	5 »
10	Ligne de Quatre-Mares	2 »
	Total.	37 »

Quant au dépôt des voitures, il est situé à Trianon, sur la route d'Elbeuf.

Station centrale. — La station centrale (fig. 1 et 2) est installée rue Lemire, sur la rive gauche de la Seine.

Elle comporte actuellement en fonctionnement deux dynamos à quatre pôles Thomson-Houston de 300 kilowatts, et une dynamo de 200 kilowatts, toutes trois hypercompoundées pour un potentiel de 550 volts à pleine charge et de 500 volts à vide.

Les principales données des deux grandes dynamos sont les suivantes :

Puissance normale	300 kilowatts.
Vitesse angulaire.	400 tours par minute.
Poids de la machine sans poulie	18 000 kilogrammes.
Longueur maximum	3m 90
Largeur maximum	2m 10
Hauteur maximum	2m 20

Chaque dynamo est actionnée directement par courroie par une machine à vapeur Farcot, à quatre distributeurs Corliss, et à condensation; le diamètre du piston est de 0m 57, et sa course de 1m 20.

Chaque machine tournant à la vitesse de 80 tours, avec une pression de 6 à 7 kilogr. à la boîte à vapeur, peut développer une puissance indiquée de 300 à 400 chevaux.

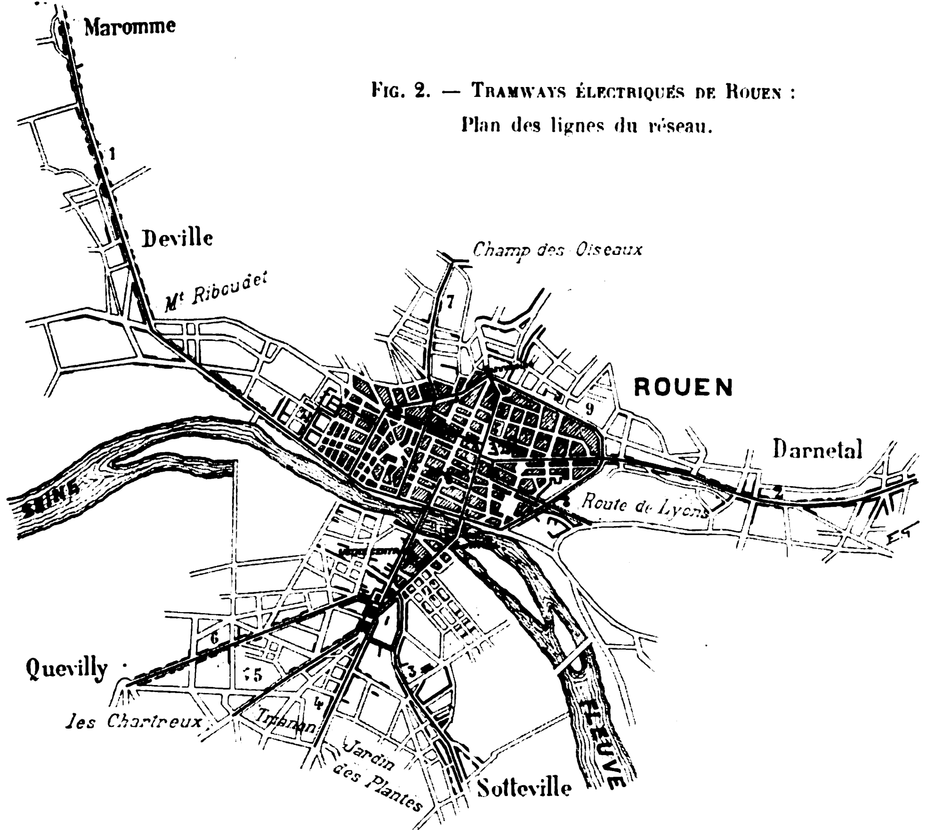


Fig. 2. — Tramways électriques de Rouen : Plan des lignes du réseau.

Le volant mesure 5m 70 de diamètre et pèse environ 20 tonnes, ce qui assure une parfaite régularité dans la rotation de la machine, quelles que soient les fluctuations de la charge.

Cet ensemble reçoit, au moyen d'une tuyauterie en boucle, la vapeur de trois générateurs Babcock et Wilcox, de 170 mètres carrés de surface de chauffe, combinés avec un économiseur de 270 mètres carrés utilisant les chaleurs perdues pour le réchauffage de l'eau d'alimentation.

La condensation est obtenue à l'aide d'un réfrigérant à jet, système Sée; l'eau de décharge des condenseurs y est refoulée par une pompe centrifuge et retombe en une pluie soumise à l'action d'un courant d'air produit par un puissant ventilateur.

Ce ventilateur et la pompe centrifuge sont mus par un moteur électrique Volta alimenté par le courant des dynamos de traction.

Le couplage et le réglage des dynamos sont obtenus à l'aide d'un tableau de distribution dont tous les appareils sont montés sur des plaques isolantes en ardoise vernissée.

Ce tableau se compose de six panneaux, trois pour les dynamos, trois pour les feeders.

Les panneaux des dynamos renferment : un interrupteur automatique, deux interrupteurs principaux à rupture brusque, un interrupteur et un rhéostat de champ, un ampèremètre apériodique Weston et une prise de courant reliant chaque dynamo à un voltmètre Weston à cadre lumineux.

L'interrupteur automatique est basé sur l'emploi d'un solénoïde de forte section actionnant une armature en fer contrebalancée par un ressort antagoniste relié à un déclencheur.

Ce déclencheur applique un pont de lames de cuivre minces contre deux barres, et force également une lame entre deux mâchoires. Les deux contacts étant montés en dérivation l'un sur l'autre, les leviers sont combinés de telle sorte qu'au moment de la rupture, le pont rompt son contact avant la lame forcée entre les mâchoires. Ce dernier contact souffre toujours, mais seul, de la rupture, et l'arc électrique qui se produit est violemment soufflé par le champ d'un puissant électro-aimant.

Les panneaux des feeders renferment : un interrupteur automatique pour deux feeders, un ampèremètre apériodique Weston pour chaque feeder, un interrupteur rapide à main et un parafoudre.

Un panneau spécial contient les appareils permettant de contrôler l'énergie électrique dépensée sur la ligne.

Ces appareils comprennent : un compteur Thomson de 2 000 ampères, un ampèremètre apériodique Weston de 2 500 ampères et deux ampèremètres enregistreurs Richard de 1 200 ampères.

Nous reproduisons figures 4 et 5, les diagrammes relevés les 23 et 24 avril 1896, à l'aide de ces appareils.

Extension de la station centrale. — Une fois le service des tramways électriques commencé, l'accroissement considérable de trafic qui en est presque immédiatement résulté et l'extension ultérieure du réseau ont obligé d'augmenter beaucoup le nombre de voitures en circulation qui avait été primitivement prévu, et la station génératrice s'est montrée insuffisante, surtout au point de vue de la production de la vapeur. Aussi a-t-on ajouté, depuis l'inauguration, deux nouvelles chaudières Babcock et Wilcox de 170 mètres carrés de surface de chauffe.

En outre, une nouvelle unité de 500 kilowatts est en cours de montage. Cette unité se compose d'une machine compound tandem Mac Irildsh et Seymour de 1 000 chevaux indiqués, accouplée directement à une grande dynamo de 500 kilowatts à 8 pôles, tournant à la vitesse de 100 tours par minute. Cette dynamo, comme les autres, a été fournie par la Compagnie française Thomson-Houston.

Le service de condensation de cette machine à vapeur est effectué au moyen d'un condensateur indépendant, système Blake, fourni par la maison Hermann Glaenzer et Cie.

L'installation de ce puissant groupe est presque terminée, et dans peu de temps il pourra entrer en service.

Le rendement garanti pour la dynamo de 500 kilowatts est de 94,5 % à pleine charge ; comme, d'autre part, les chiffres garantis pour la consommation de la machine à vapeur qui l'actionne sont très peu élevés, on espère que la mise en marche de cette unité procurera un abaissement sensible du prix de revient du kilowatt-heure.

Ligne aérienne. — La ligne aérienne est constituée par un fil de cuivre dur de 8mm 25 de diamètre, tendu au milieu de la voie et supporté par des câbles d'acier fixés à des poteaux métalliques et isolés.

Les poteaux, au nombre de 1 200, sont en tubes d'acier à quatre sections, avec joints recouverts par des bagues en fonte et bases en fonte ornementées. Ils sont terminés à la partie supérieure par une boule surmontée d'une pointe.

Quatre feeders de 200 millimètres de section et de 6 kilomètres de longueur totale, fortement isolés et mis en terre, alimentent cette ligne aérienne ; ils aboutissent respectivement, le premier place Saint-Sever, le second place de la Mairie, le troisième au Champ de Mars et le quatrième, en suivant la Seine, au boulevard Cauchoise.

Voie. — La voie, à l'écartement de $1^{m}44$, est en rails Broca du poids de 44 kilogr. par mètre courant.

Les rails sont réunis entre eux par des éclisses et un double fil de cuivre de 8 millimètres de diamètre, terminé par un coin spécial dit « Chicago rail bond ». Pour éviter une résistance trop grande, chaque joint de rail est muni de deux barres d'assemblage.

Les rails d'une même voie sont réunis entre eux de la même façon, ainsi que ceux des voies parallèles.

La rampe maximum varie entre 4,5 et 5 centimètres par mètre, et le rayon minimum des courbes est de 20 mètres.

Les feeders de retour, constitués par des câbles en cuivre nu noyés dans un caniveau en bois rempli de bitume, partent des mêmes points que ceux d'arrivée des feeders d'alimentation, de manière à diminuer l'intensité du courant revenant par les rails à l'usine.

En outre, deux feeders de retour isolés, de 300 millimètres de section et de 1100 mètres de longueur, partent, le premier du boulevard Gambetta, le second du quai du Havre, et reviennent à l'usine où ils sont connectés à deux survolteurs de 10 kilowatts, montés sur le même arbre et actionnés par un moteur électrique de 20 à 25 chevaux. Ces survolteurs, enroulés en série, sont calculés de manière à compenser exactement la perte de charge due à la résistance de ces feeders et à maintenir ainsi un potentiel constant à l'extrémité de ces feeders. De cette façon, les rails possèdent le même potentiel en trois points du réseau (usine et extrémités des deux feeders), ce qui diminue considérablement les différences maxima de potentiel du circuit de retour et supprime tout danger d'électrolyse.

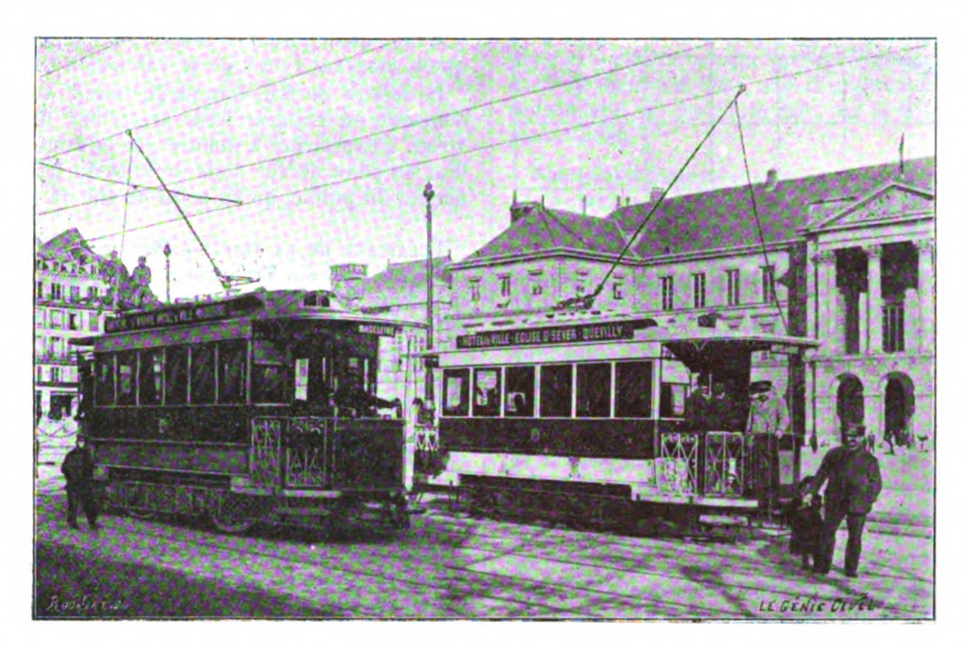
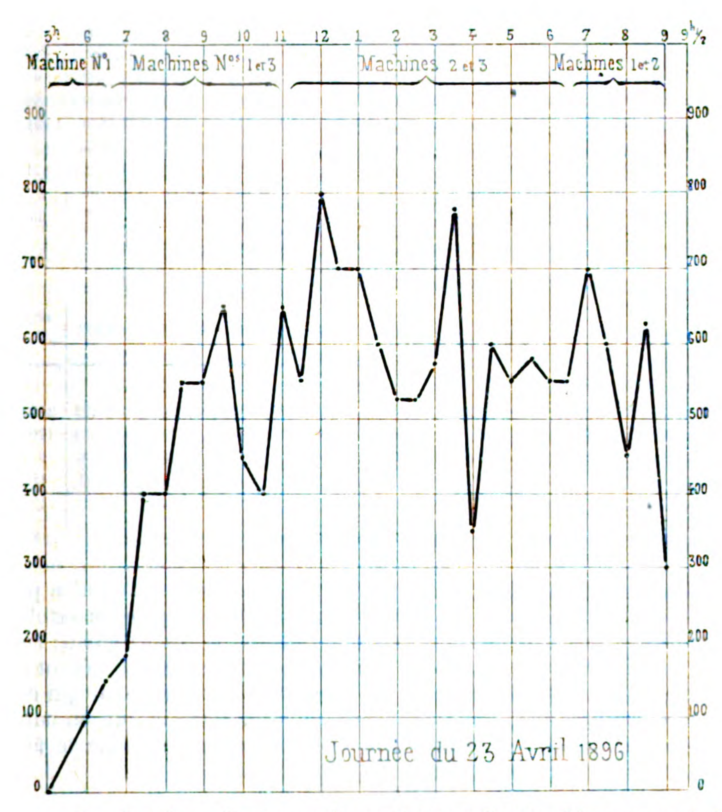


Fig. 3. — Tramways électriques de Rouen : Vue de deux voitures.



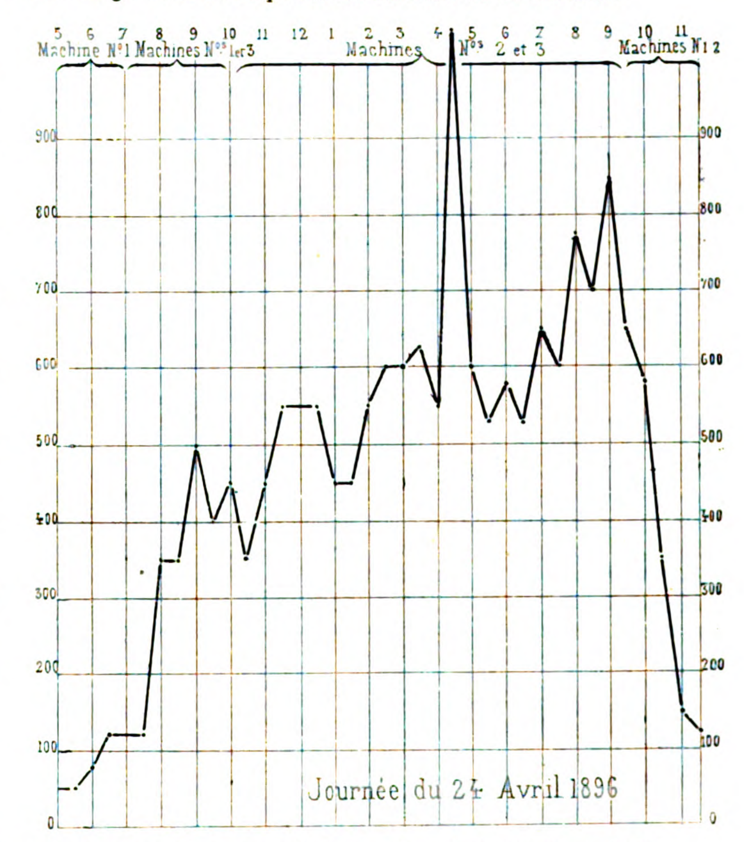


Fig. 4 et 5. — Tramways électriques de Rouen : Diagrammes de l'énergie électrique dépensée sur la ligne, relevés le 23 et le 24 avril 1896.

Voitures. — Les voitures contiennent 40 places, dont 20 places d'intérieur divisées en deux classes par une porte à coulisse et 16 places de plate-forme (fig. 3).

Les caisses de ces voitures reposent par une double suspension élastique sur des trucks de forme spéciale qui sont très robustes tout en étant très légers.

Chaque voiture a une longueur totale de 8 mètres et pèse, avec son équipement électrique, 7 tonnes.

Le nombre de ces voitures, primitivement de 50, a été porté depuis à 75.

Moteurs et équipement des voitures. — Chaque voiture comporte deux moteurs, un trolley, un contrôleur, ainsi que des câbles, des résistances, des coupe-circuits, des parafoudres et des lampes.

Ces moteurs peuvent développer chacun, en marche normale, un effort de traction d'environ 350 kilogr., et imprimer à la voiture une vitesse variant de 12 à 25 kilomètres à l'heure. Ils permettent de remonter les longues et fortes rampes du profil à une allure qui contraste singulièrement avec la lenteur des anciennes voitures à chevaux, même quand une voiture de remorque est attelée derrière la voiture automotrice.

Leur rendement à pleine charge atteint 80 %, y compris les frottements dans les engrenages. Il reste très élevé, même à charge réduite, comme on peut le voir sur la courbe de rendement de ces moteurs (fig. 6) avec celles des vitesses et efforts de traction correspondants (fig. 7).

Les *moteurs* sont du type GE. 800, à faible vitesse ; ils pèsent 660 kilogr. et ont une puissance normale de 25 chevaux.

Ils sont logés dans une boîte en acier qui les met complètement à l'abri de la poussière et de l'humidité, et ils attaquent l'essieu par une paire d'engrenages baignant dans l'huile.

Ils reposent sur les trucks par l'intermédiaire de tampons en caoutchouc et se trouvent ainsi soutenus par une double suspension élastique.

Le *trolley* est constitué par une poulie à gorge profonde et à cous-

sinets en graphite. Cette poulie est mobile autour d'un axe fixé à l'extrémité d'une perche métallique enfoncée dans une douille faisant partie de la base du trolley.

La base se compose de deux ressorts à boudin de 45 centimètres, guidés par un tube et maintenus entre une butée et un tampon à oreilles glissant sur le tube-guide. Deux tiges passent dans les oreilles; elles sont fixées d'un côté par des écrous, tandis que de l'autre elles

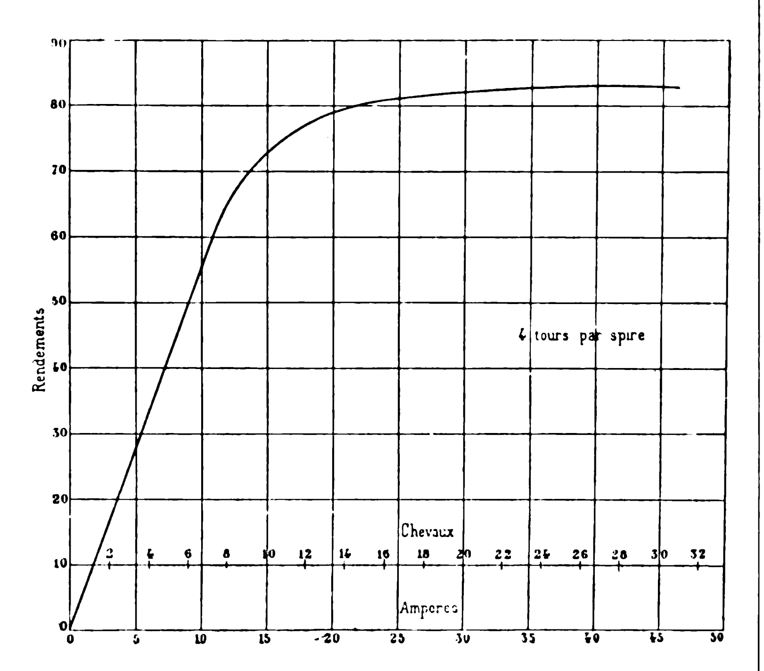


Fig. 6. — Tramways électriques de Rouen : Courbe de rendement des moteurs des voitures.

s'accrochent à l'extrémité du petit bras d'un levier mobile autour de son axe et dont le grand bras est la perche du trolley.

Ce dispositif permet à la tige de prendre toutes les positions et de se tenir verticalement lorsqu'elle est complètement libre.

Le *contrôleur* est du type série-parallèle; il sert à associer convenablement les moteurs entre eux et avec les résistances, de façon à graduer la vitesse et le couple depuis zéro jusqu'au maximum, sans à-coup. Un commutateur rotatif permet de passer de la marche avant à la marche arrière sans changer le sens de rotation de la manivelle du contrôleur.

Une *résistance additionnelle* rend le démarrage plus doux.

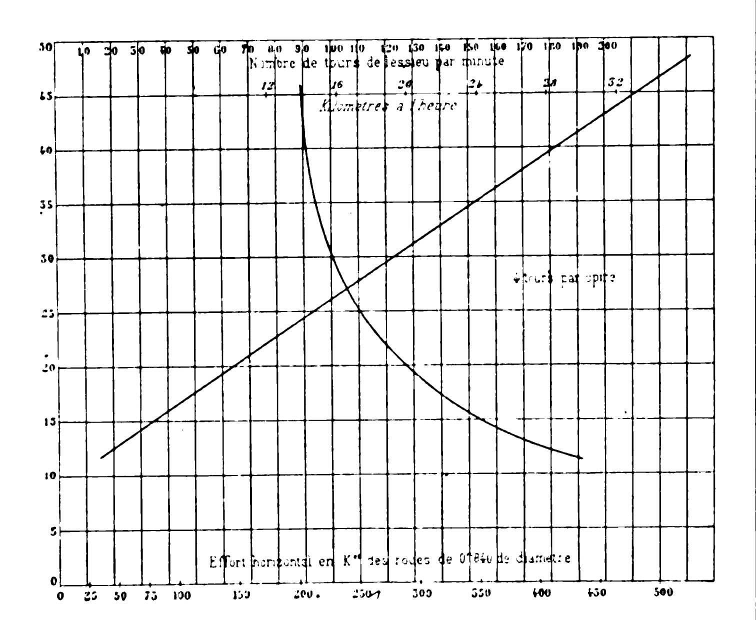


Fig. 7. — Tramways électriques de Rouen : Courbe des efforts de traction des moteurs des voitures.

Les autres *résistances* sont constituées par des bandes métalliques très minces noyées dans du carton d'amiante et placées sous la voiture.

Les *coupe-circuits* sont placés dans le champ d'un électro-aimant qui souffle violemment l'arc produit lorsque le métal fusible fond sous l'action d'un courant trop intense.

Des champs analogues existent pour les parafoudres et l'interrupteur principal.

Si nous suivons la marche du courant, nous voyons que ce courant, envoyé à la ligne aérienne par les génératrices et les feeders d'alimentation, est recueilli par la roulette du trolley; il chemine dans la perche et passe dans la base, l'interrupteur principal, les parafoudres, les coupe-circuits, le contrôleur, les appareils de réglage et les moteurs, pour revenir à l'usine par les trucks, les roues, la voie et les feeders de retour.

Une dérivation du courant principal avant les appareils de contrôle et de réglage sert à alimenter cinq lampes à incandescence éclairant les voitures.

Enfin, quatre freins à sabots, commandés par une manivelle à cliquets, assurent l'arrêt de la voiture en très peu de temps.

Le service est fait, comme au Havre, avec arrêts fixes et non à la demande du voyageur; ces arrêts ont lieu tous les 150 mètres environ. L'expérience a montré que ce système était le plus avantageux, tant au point de vue de la rapidité du trajet et, par suite, des convenances du public, qu'au point de vue de l'économie de force motrice.

Éclairage de la voie. — Par suite d'un arrangement conclu entre la Compagnie des Tramways, la Société Normande d'Électricité et la municipalité, l'éclairage de la voie a pu être assuré de la façon suivante :

A la place des boules métalliques surmontant les poteaux, sont placées, de deux en deux, sur les quais et les ponts, des lampes à arc : 27 sur le quais, 5 sur le pont Corneille, 4 sur le pont Boïeldieu. De même, 162 lampes à incandescence doivent être installées dans les rues Jeanne-d'Arc, Thiers, de la République et Lafayette.

Toutes ces lampes seront alimentées par la Société Normande d'Électricité.

Tels sont les principaux éléments du réseau des Tramways de Rouen; depuis son inauguration, le système a toujours parfaitement fonctionné, et son succès est garanti par l'empressement avec lequel la population rouennaise emploie les voitures mises à sa disposition.

En terminant, nous donnerons quelques renseignements sur les conditions dans lesquelles l'exploitation du réseau s'est faite jusqu'à ce jour, et sur les résultats que cette exploitation a donnés.

	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE
Parcours kilométrique des voitures { électriques. .	170 940	196 155	204 881	233 679	238 996	229 558
Parcours kilométrique des voitures { de remorque .	4 660	14 824	21 169	8 322	11 255	6 358
Parcours total en 1896	175 600	210 979	226 050	242 001	250 251	235 916
Id. en 1895	91 730	99 440	95 090	95 850	96 050	95 830
Augmentation de parcours	83 870	111 539	130 960	146 151	154 201	140 086
Voyageurs transportés en 1896 . .	1 006 888	1 306 420	1 368 532	1 454 610	1 516 967	1 334 874
Id. en 1895 . .	455 958	458 852	488 774	455 963	458 724	473 447
Augment. du nombre de voyageurs.	550 930	847 568	879 758	998 647	1 058 238	871 427
Voyageurs par kilomètre-voiture.	5,73	6,19	6.05	6,01	6,06	5,70
Nombre de voitures en service . .	43	52,5	59,7	61	66,5	65,2

	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	MOYENNE des 4 mois
Nombre de kilomètres-voitures.	242 001	250 251	235 916	238 495	241 666
Nombre de kilowatts-heures dépensés . .	160 681	179 715	163 600	188 630	170 657
Kilowatts-heures par kilomètre-voiture. .	0,664	0,718	0,693	0,7 0	0,710
Consommation de charbon { par kilowatt-heure. . .	1kg 80	1kg 82	2kg 04	1kg 93	1kg 90
Consommation de charbon { par kilomètre-voiture. .	1kg 20	1kg 30	1kg 41	1kg 53	1kg 36

L'augmentation dans la consommation de combustible qu'on peut relever, entre les mois de juillet-août et ceux de septembre-octobre, est due à une modification dans le service de la condensation; l'eau de la ville était employée avec la mise en service du réfrigérant qui donne, avec le service chargé, un vide moins bon que celui qui correspondrait au maximum d'économie de la machine et qui, en outre, absorbe pour son fonctionnement, une dépense très sensible de force motrice (environ 40 chevaux).

Cette dernière raison explique aussi l'augmentation apparente de la dépense en kilowatts-heures par kilomètre-voiture.

Il y a lieu de remarquer que, depuis leur mise en service, les chaudières et les machines à vapeur ont marché à un régime très forcé, peu favorable à leur bon fonctionnement économique, ce qui rend encore plus remarquables les résultats indiqués ci-dessus.

C. Jimels.



ÉLECTRICITÉ

TRANSMISSION DE LA PUISSANCE MOTRICE **à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer.**

Avant-propos. — Il n'existe pas, à notre connaissance, de travail d'ensemble sur les applications de l'électricité aux engins de manutention des gares de chemins de fer, et c'est pour combler cette lacune que nous présentons, aujourd'hui, une étude aussi complète que possible sur la question, persuadés que nous sommes de voir un jour l'énergie électrique employée pour faire mouvoir les nombreux appareils dont est munie une gare importante.

Notre étude se divise en quatre parties. Dans la première, nous examinons dans quelles conditions l'éclairage électrique des gares s'est développé, et la nécessité qu'il y a d'abaisser le prix de revient de cet éclairage; puis, après avoir analysé le rapport présenté par MM. Eugène Sartiaux et Von Boschen au Congrès international des chemins de fer en 1895, nous passons en revue les applications les plus intéressantes faites jusqu'à ce jour, tant pour faciliter les manœuvres des engins que pour augmenter la rapidité des opérations.

Dans la deuxième partie, nous nous sommes proposé de comparer les résultats obtenus dans l'installation hydraulique de la gare Saint-Lazare, qui est certainement une des plus complètes, avec ceux que l'on aurait pu atteindre par l'emploi de l'électricité. Nous avons donc cherché comment on aurait résolu le problème en substituant aux moteurs hydrauliques des moteurs électriques.

Cette étude a été complétée par une comparaison des frais de premier établissement et du coût d'exploitation dans les deux cas, en se basant sur la possibilité d'utiliser l'usine d'électricité, existante pour l'éclairage, à la production et à l'emmagasinement, pendant le jour, de l'énergie électrique nécessaire à la manœuvre des engins en question.

Dans la troisième partie, nous étudions les engins divers de manutention, en vue de leur transformation en appareils électriques, ainsi que l'application d'électromoteurs à la conduite des machines-outils, des pompes élévatoires, des grues à combustibles, des signaux et des aiguilles. Nous évaluons le coût approximatif de ces transformations et nous discutons les avantages et les inconvénients que présentent les divers systèmes que l'on peut employer.

Enfin, dans la quatrième partie, nous dressons l'avant-projet d'un outillage électrique de gare et nous faisons connaître les résultats économiques auxquels on arrive.

PREMIÈRE PARTIE. — **1° Considérations générales.** — *Développement obligé de l'éclairage électrique dans les grandes gares.* — L'éclairage électrique des gares est, sans contredit, appelé à se généraliser plus vite peut-être qu'on ne le pense, car, parmi les différents modes d'éclairage connus et employés, celui par l'électricité est, on peut l'affirmer, le plus commode, et, dans certains cas, le plus économique pour les grands espaces. Il permet également d'obtenir une intensité lumineuse aussi grande qu'on le désire, alors que les autres systèmes d'éclairage ont, sous ce rapport, une capacité limitée.

Or, les gares de chemins de fer (nous parlons, bien entendu, de celles qui desservent des villes ou des points d'échange importants) ont acquis des développements considérables en rapport avec ceux du trafic.

Le public est devenu exigeant, et c'est pour satisfaire l'opinion autant peut-être que pour se mettre au niveau du progrès que les grandes Compagnies de chemins de fer ont dû installer, souvent à grands frais, dans leurs grandes gares terminus à Paris, ainsi que dans quelques gares importantes de leurs réseaux, des usines d'électricité spécialement destinées à l'éclairage, bien que ces gares fussent déjà munies d'un réseau de conduites de gaz, lequel est devenu ainsi inutile.

Mais, en dehors de cette nécessité de satisfaire le désir des voyageurs, il s'en trouve une autre qui nous paraît au moins aussi importante: c'est d'accélérer les services de marchandises, dans le triple but de faciliter les échanges, d'augmenter le trafic et de tirer ainsi un meilleur parti de l'outillage et du personnel si coûteux que comporte une grande Compagnie de chemins de fer.

Malgré le légitime désir de ceux qui cherchent à adoucir le sort des employés, il ne sera guère possible, croyons-nous, de supprimer dans les grandes gares le service de nuit, si on veut conserver à l'instrument de transport par voie ferrée sa principale raison d'être, la rapidité. Il faudra donc, de nuit aussi bien que de jour, débrancher les trains aux points de bifurcation pour expédier les wagons qui les composent dans diverses directions, manutentionner les marchandises sous les halles pour les charger ou les transborder, etc., etc.

La première de ces opérations s'effectue aujourd'hui dans des gares spéciales, dites *gares de triage*, disposées de façon à accélérer le travail de débranchement et de formation de trains, et nous avons montré (1) combien il était important que certains points au moins de ces vastes emplacements fussent éclairés d'une façon intensive.

Quant aux opérations de manutention de colis sous halles ou sur quais, on conçoit sans peine qu'elles exigent aussi une vive lumière, d'abord pour éviter les accidents de personnes, ensuite pour accélérer le service et diminuer les erreurs de direction (les colis manutentionnés portant des étiquettes qu'il faut consulter pour les classer et les diriger), enfin pour empêcher les vols que favorise singulièrement l'obscurité.

Il résulte de ces diverses considérations, que nous croyons inutile de développer davantage, que si l'éclairage électrique s'est imposé dans de grandes gares de voyageurs pour satisfaire le besoin de confort qui est la caractéristique de notre époque, il pourra, dans un avenir plus ou moins prochain, devenir indispensable pour certaines grandes gares de marchandises, afin d'augmenter la puissance ou la capacité industrielle de ces gares qui, par le fait, sont de véritables *usines de manutention*.

Nécessité d'abaisser le prix de revient de l'énergie électrique. Recherche des moyens. — Si l'on veut bien adopter notre manière de voir en ce qui concerne le développement futur des usines d'électricité dans les gares pour l'éclairage, on sera, comme nous, d'avis qu'il y a lieu de chercher, dès maintenant, les moyens d'abaisser le prix de revient de ce mode d'éclairage.

Or, une installation d'éclairage électrique comporte: un bâtiment qui contient le matériel producteur de l'énergie électrique (chaudières à vapeur, machines à vapeur, dynamos); un réseau de conducteurs; des appareils d'utilisation (lampes à arc ou lampes à incandescence).

Le bâtiment peut être plus ou moins luxueux: on peut donc faire de ce côté certaines économies. Mais les chaudières à vapeur, les moteurs, les dynamos, ont subi toutes les diminutions de prix qui sont compatibles avec une bonne construction; quant aux fils, ils sont soumis aux légères fluctuations de prix de leur matière première, le cuivre; enfin, grâce à la concurrence très active que se font les nombreux constructeurs de lampes, ces derniers sont arrivés à des prix de vente que l'on peut considérer comme des minima.

Donc, il ne paraît guère possible d'espérer pour les diverses parties que comporte toute installation électrique des diminutions de prix notables pouvant, par conséquent, exercer une influence appréciable sur le prix de revient de l'énergie électrique.

Mais si on ne peut diminuer les frais de premier établissement qui sont actuellement bien déterminés pour une capacité de production donnée, on possède un moyen certain d'abaisser le prix de revient final de l'unité d'énergie électrique: c'est d'utiliser mieux qu'on ne le fait actuellement l'outillage coûteux qui sert à la produire.

Dans les gares de chemins de fer où le travail de nuit est le plus important, les appareils d'éclairage restent allumés de 3200 à 3300 heures par année, ce qui correspond à une moyenne journalière de 9 heures (1).

L'utilisation de l'usine électrique est donc de 9 heures sur 24; il reste 15 heures pendant lesquelles cette usine est inutilisée.

En supposant que l'usine électrique ait été installée en vue de la production du nombre de kilowatts juste nécessaire pour alimenter les appareils d'éclairage électrique de la gare (qui, dans le cas particulier qui nous occupe, fonctionnent généralement tous en même temps), et, en appelant K ce nombre de kilowatts, la consommation annuelle sera de 3200 K kilowatts-heures. C'est en divisant par ce nombre la somme qui représente l'intérêt et l'amortissement annuel du capital d'installation que nous obtiendrons le coût d'intérêt et d'amortissement du kilowatt-heure.

Or cette quote-part du prix de revient du kilowatt-heure atteint au moins les 30 % du prix de revient total.

Si l'utilisation, au lieu d'être de 3200 heures par année, était de 6400 heures, le coût d'intérêt et d'amortissement du kilowatt-heure serait réduit de moitié et le prix de revient total serait considérablement diminué, ce qui est important.

Or, cette utilisation est, non seulement possible, mais désirable.

Le courant électrique présente cette particularité importante, c'est qu'il constitue une des formes de l'énergie les plus commodes à appliquer.

Le moteur électrique ne présente, en effet, aucun des inconvénients que l'on peut reprocher aux moteurs à vapeur, à gaz, ou même aux moteurs hydrauliques et il offre, en plus, des avantages précieux, parmi lesquels nous citerons: le peu d'emplacement qu'il nécessite, la mise en marche et la conduite faciles, la proportionnalité de la dépense avec le travail à effectuer, etc.; son rendement atteint et dépasse même celui des machines les plus perfectionnées. Il est donc tout indiqué pour actionner des appareils de levage et de manutention de toutes sortes.

(1) *Étude sur l'éclairage électrique des gares de chemins de fer* (Baudry et Cie, éditeurs).

(1) Cette moyenne est loin d'être atteinte pour les éclairages urbains. Il résulte, en effet, des chiffres fournis par des personnes autorisées, lors d'une discussion engagée à ce sujet, à la Société des Ingénieurs civils de France, dans la séance du 15 mars 1895, que la moyenne d'éclairage d'une lampe à Paris, à Londres, à Berlin et dans les villes d'une importance analogue, n'est guère que de 600 heures par année, soit de *moins de 2 heures par jour.*



Or, ce qui est frappant quand on examine de près la question de l'exploitation des chemins de fer, c'est que, dans les grandes gares, qui ne sont que des ateliers de manutention de wagons ou de colis, tout a été combiné en vue d'un travail exclusivement *manuel*, c'est à dire lent et extrêmement coûteux.

Ce n'est que depuis quelques années seulement que l'on a reconnu (en France du moins) la nécessité d'outiller certaines gares d'engins mécaniques, et on a donné la préférence aux appareils hydrauliques. Cette préférence se justifiait, il est vrai, par ce fait que ces appareils étaient ceux qui remplissaient le mieux les conditions du problème avant l'invention des moteurs électriques. Mais ces derniers, arrivés actuellement à la perfection, leur sont incontestablement supérieurs dans la grande majorité des applications qui nous occupent.

De plus, l'emploi de moteurs hydrauliques nécessite la création d'usines spéciales pour la compression de l'eau et qui ne peuvent être utilisées à d'autres objets, tandis que les moteurs électriques reçoivent le même courant que celui qui est fourni aux appareils d'éclairage; par conséquent, une seule et même usine d'énergie électrique peut servir à l'éclairage et à la force motrice. Grâce aux *accumulateurs*, elle peut travailler le jour à produire de l'énergie électrique qui est aussitôt emmagasinée pour être dépensée au fur et à mesure des besoins par les moteurs; le soir, elle alimente les lampes.

Nous avons, par ce moyen, la possibilité de rendre plus complète l'utilisation d'une usine existante, d'abaisser le prix de revient de l'énergie qu'elle produit, et enfin de créer dans des conditions acceptables et même avantageuses un outillage mécanique dont le besoin se fait vivement sentir pour arriver à ce but final : l'accélération des transports et la diminution du prix de revient de ces transports en tant que manutention.

Rapport présenté au Congrès des Chemins de fer en 1895. — Avant de faire connaître les applications réalisées jusqu'à ce jour, nous estimons qu'il est intéressant et utile de donner un résumé rapide du rapport sur l'*emploi des moyens mécaniques et électriques pour accélérer la manutention des marchandises et les manœuvres de gare*, présenté, au V[e] Congrès International des Chemins de fer tenu à Londres, en 1895, par MM. Eugène Sartiaux, chef des services électriques du chemin de fer du Nord et M. A. Von Boschan, Ingénieur du chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

Dans la première partie de leur rapport, ces deux Ingénieurs examinent tout d'abord les différents systèmes employés dans les gares pour opérer la manœuvre des wagons. Ces systèmes, qui se ramènent à deux, sont caractérisés : l'un par l'emploi des plaques tournantes, l'autre par l'emploi des changements de voies. En France, cependant, quelques administrations tendent à employer les chariots transbordeurs.

Après avoir indiqué les dispositions adoptées pour les quais, les halles à marchandises et les gares aux charbons, en vue d'accélérer les manœuvres des gares, MM. Eug. Sartiaux et Von Boschan arrivent aux conclusions suivantes :

« Il est certain que, dans beaucoup de cas, l'emploi de moyens mécaniques pour la *manutention des marchandises* permettrait de réduire le temps nécessaire à ces opérations; mais le temps ainsi gagné serait minime comparativement à celui qu'on pourrait gagner par la disposition rationnelle des grandes gares de marchandises, par l'augmentation de la vitesse commerciale des trains de marchandises qui séjournent souvent trop longtemps dans les gares intermédiaires, par la multiplication des trains de nuit, et enfin par la réduction des délais accordés au public pour le chargement et le déchargement des wagons et l'enlèvement des marchandises. »

Dans un deuxième chapitre, il est question des *moyens employés pour la manœuvre des wagons*.

Ces manœuvres s'effectuent à bras d'hommes, à l'aide de locomotives, de machines de manutention à cabestan, de cabestans hydrauliques et électriques, de chariots transbordeurs à bras, à vapeur ou électriques.

Ce chapitre est complété par le tableau suivant donnant le rendement et le prix de revient des manœuvres :

DÉSIGNATION DES MANŒUVRES		CHEMINS DE FER ET GARES	NOMBRE DE WAGONS MANŒUVRÉS par équipe — Par heure	NOMBRE DE WAGONS MANŒUVRÉS par équipe — Par 24 heures	PRIX DE REVIENT en centimes par wagon manutentionné	OBSERVATIONS
A bras d'homme.	Sur plaques tournantes et aiguilles..	Nord Empereur Ferdinand	9	100 en 12 heures	21	Équipe de 3 à 9 hommes.
		État Belge	4	96	19	Équipe de 3 hommes.
		État Roumain	5	120	»	
		Ouest	»	»	30	
	Sur chariots ordinaires	Midi	10 à 12	»	14	Équipe de 6 hommes.
Par chevaux sur plaques tournantes		Midi	10 à 12	»	14	1 cheval, 1 conducteur, 2 caleurs.
		État Belge	6	144	11	Dépenses du cheval et du conducteur.
		Bordeaux-Saint-Jean	7,28	»	22,2	
		Guillotière	6,6	»	24,7	
		Portes	5	»	23,7	
		Ouest	»	»	36	
Cabestans hydrauliques		État Belge	25	»	»	
Chariot transbordeur à vapeur		Midi	10 à 12	»	18 à 21	
		Ouest — Batignolles	»	850 pour 2 chariots	»	
		Ouest — Achères	»	1 200	»	Nombre de chariots inconnu.
		Wurzburg	10 à 12	»	»	
Locomotives		État Belge — Mons	47	1 128	10,5	Non compris les dépenses pour l'équipe.
		État Belge — Diverses stations	30 à 80	72 à 1 920	»	
		Ouest	35 à 90	»	35	
		État Roumain	35 à 45	840 à 1 080	»	
		Nord-Ouest de l'Autriche	30	720	10	Non compris les dépenses pour l'équipe.
		Nord Empereur Ferdinand (Vienne)	22	528	21	Nombre de wagons manutentionnés indépendamment des manœuvres multiples.

Il est difficile de dégager une conclusion des chiffres ci-dessus, par la raison que, pour une même gare, ils peuvent varier dans des limites assez étendues si les conditions d'exploitation sont changées.

Le chapitre suivant est relatif à la *manutention des marchandises*.

MM. Eug. Sartiaux et Von Boschan examinent d'abord l'organisation du travail de manutention des marchandises à bras d'hommes, puis ils donnent des prix de revient, qui varient de 20 à 40 centimes la tonne manutentionnée, suivant la nature des marchandises et les pays. Au sujet du travail de nuit, le Nord français a fait une intéressante étude de laquelle il résulte que, pour les grosses marchandises, le résultat obtenu la nuit est sensiblement égal à celui obtenu le jour, grâce à l'emploi d'un éclairage intensif par l'électricité; mais, lorsqu'il s'agit de colis de détail, le rendement du travail de nuit n'est que les $^{7}/_{9}$ de celui de la journée.

Les appareils de levage sont d'un emploi très répandu : grues à bras, grues Nepveu; en Angleterre, on trouve beaucoup de grues hydrauliques. Dans les gares maritimes et fluviales, on emploie beaucoup les grues à vapeur fixes ou montées sur des trucs roulants. On fait également usage de grues électriques, et la Compagnie du Nord a fait construire, pour la gare de Boulogne, une grue roulante et tournante de 3500 kilogr. Elle fait également usage, à la gare de la Chapelle, de grues à pivot fixe, commandées électriquement, d'une puissance de 3500 kilogr., et d'un treuil électrique roulant, de 1500 kilogr., suspendu sur deux poutres en fer, et qui remplace entièrement les grues Nepveu.

Dans la deuxième et dernière partie, M. Eug. Sartiaux décrit les divers types de cabestans électriques employés par la Compagnie des chemins de fer du Nord, le chariot transbordeur électrique de la gare de Madrid-Atocha, du chemin de fer de Madrid à Saragosse et à Alicante, les grues électriques du chemin de fer du Nord français, ainsi que les monte-charges électriques de 500 à 1 200 kilogr. en usage dans cette même Compagnie.

Conclusions présentées par les rapporteurs. — M. J. Richter, adjoint du Directeur de la ligne de Saint-Pétersbourg à Varsovie des chemins



de fer de l'État russe, et M. Turner, directeur général du Midland Railway, ont été nommés rapporteurs de cette question, et du texte de leur projet de conclusions nous extrayons le passage suivant, qui vient confirmer l'utilité de notre présente étude :

« Quant aux appareils proprement dits qui sont de nature à faciliter les manœuvres dans les gares, il en est peu qui aient subi des modifications marquantes dans ces dernières années. Ce sont surtout les *progrès de l'électricité* qui permettront, dans l'avenir, de disposer d'une source puissante et unique d'énergie, distribuant largement la lumière et pouvant être employée à la fois pour les cabestans, les plaques tournantes, les chariots transbordeurs, les grues, les monte-charges et les autres engins, et, dans quelques cas spéciaux, les aiguilles et les signaux. »

Nous croyons devoir ajouter que ces conclusions étaient celles présentées par MM. Eug. Sartiaux et Von Boschan dans leur premier exposé, que nous venons d'analyser très rapidement.

G. Dumont et G. Baignères,
Ingénieurs des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

HYGIÈNE

ÉVACUATION ET TRAITEMENT DES EAUX D'ÉGOUT
et des ordures ménagères.

Système appliqué à Longhborough (Angleterre).

(Planche IX.)

La ville de Longhborough (Angleterre), située dans la vallée de la Soar et à environ 1 600 mètres de cette rivière, compte une population de 20 000 habitants, occupée à diverses industries, dont les principales sont : la bonneterie, la construction des appareils électriques, la teinture, le blanchiment et la brasserie. Les eaux de ses égouts se déchargeaient, jusqu'à ces derniers temps, dans des ruisseaux tributaires de la Soar (fig. 1, pl. IX) aux points A, B, C, et donnèrent lieu à des plaintes qui déterminèrent la municipalité à faire des essais d'utilisation agricole : malheureusement, les eaux recueillies, après avoir traversé une couche de sables et de graviers de 2m 70 d'épaisseur, conservaient encore la teinte due aux résidus de teinturerie, et ne pouvaient être déversées directement en rivière. On se décida, en conséquence, à faire précéder le traitement par le sol d'une épuration chimique avec dépôt dans des bassins de décantation. On choisit, à cet effet, un terrain de 14 hectares de superficie, situé à environ 1 600 mètres de la ville, et où la nature du sol consistait seulement en 0m 375 de terre végétale, 1m 20 de sable propre, puis du gravier en épaisseurs différentes, jusqu'à ce qu'on ait atteint la craie sur une hauteur de 4m 50. Ce terrain est presque plat, et à l'abri des hautes crues.

Les débits actuels, en temps de sécheresse, des divers égouts, sont les suivants :

Noms des collecteurs.	Mètres cubes par 24 heures.	Mètres cubes par heure (débit maximum).	Pourcentage.
Hermitage (A)	810	57	25
Bottle Acre (B)	480	34	15
Woodbrook (C)	1 920	134	60
Totaux . . .	3 210	225	100

Voici maintenant la description des ouvrages, que nous empruntons au Mémoire de M. Butterworth, présenté à l' « Institution of Civil Engineers ».

Les eaux résiduaires sont réunies dans un collecteur que l'existence d'une nappe d'infiltration à 0m 90 au-dessous du sol naturel a obligé à faire en fonte : il a 0m 525 de diamètre et 0m 0013 de pente par mètre au point A (Hermitage), et a été descendu à son origine à une profondeur de 2m 625. Il recueille sans modification les eaux de Bottle Acre (B), mais à sa jonction avec l'égout de Woodbrook (C) son diamètre est porté à 0m 60 et sa pente à 0m 0017 par mètre. A demi-plein, il peut écouler 0m³ 121, et plein aux deux tiers, 0m³ 184 par seconde, ce qui laisse une marge bien suffisante par rapport au débit maximum en temps sec de 225 mètres cubes par heure ou de 0m³ 062 par seconde.

On a disposé, aux points A (Hermitage) et C (Woodbrook), des décharges pour les eaux d'orages; mais comme chacune de ces installations peut être noyée, on ne pouvait établir un déversoir dont la crête aurait été arasée à une hauteur déterminée. Par suite les conduites qui forment la jonction des nouveaux travaux avec les anciens égouts consistent en tuyaux de grès d'un diamètre suffisant pour écouler le double du débit maximum en temps sec et le jeter dans le collecteur; le reste demeure dans les anciens lits.

Le sewage, à son arrivée dans les bassins de purification (fig. 2 et 3, pl. IX), dont la profondeur atteint 4m 20, se déverse dans une chambre de séparation pourvue d'un grillage incliné à 60° sur l'horizontale, avec des barreaux distants de 0m 0125 d'axe en axe. Le nettoyage de cette grille s'effectue à l'aide d'un rateau mû à la main d'une manière intermittente, ou mécaniquement par une commande continue prise sur l'arbre du moteur. C'est dans cette chambre que l'on ajoute le précipitant chimique, de manière qu'il s'incorpore complètement dans le liquide impur, lors de son passage dans les pompes. Quant au réactif employé, M. Butterworth, auteur de la description à laquelle sont empruntés ces détails (1), indique qu'on ne s'est encore arrêté définitivement à aucun de ceux qui ont été expérimentés.

Le sewage arrive ensuite au puisard des pompes, chambre souterraine de 9 mètres de longueur sur 7m 50 de largeur et 4m 20 de profondeur, qui peut emmagasiner 225 mètres cubes, jusqu'au niveau du déversoir des eaux d'orages, qui les jette dans le drain principal du terrain d'épandage; la capacité totale du collecteur est également de 225 mètres cubes, en sorte que l'ensemble peut suffire pour recevoir l'excédent de débit produit subitement par un orage. Les murs ont une épaisseur de 0m 91 et sont construits en béton à 4 de sable pour 1 de ciment, avec un revêtement de briques. Ils présentent au plan un profil légèrement concave vers l'extérieur pour résister aux poussées du sol et des eaux d'infiltration, quand elles ne sont pas équilibrées par la pression des eaux d'égout à l'intérieur du puisard. Son radier est également concave pour faire face à la sous-pression, et porte cinq canaux dont la pente est dirigée vers l'un des côtés, de manière à amener l'eau aux crépines des pompes. La ventilation est assurée par une conduite de 0m 30 qui rejoint la base de la cheminée des machines.

Au-dessus du puisard des pompes est établie la chambre des machines, qui forme une partie du rez-de-chaussée; le reste (fig. 3 et 4, pl. IX), est occupé par le magasin des réactifs chimiques, une remise à tombereaux et un magasin à outils. L'étage se compose : d'un atelier de réparations, d'une salle à manger, un bureau et d'une salle de réunion. Le sol est en mortier de ciment (à 4 pour 1) et repose sur des voûtes de 0m 60 d'épaisseur, appuyées sur les murs du puisard et sur trois poutres en acier de 0m 30 de hauteur et de 0m 25 de largeur aux ailes.

La machinerie prend deux moteurs Tangye horizontaux, de 26 chevaux indiqués chacun, avec des cylindres de 0m 25 de diamètre et 0m 45 de course, un volant de 1m 80, et une détente Meyer. Ils fonctionnent à une pression de 4k 5. Chaque moteur peut conduire les trois pompes centrifuges de 0m 20, et chaque pompe, à une vitesse de 630 tours par minute, est capable d'élever à 7m 20 un volume de 180 mètres cubes à l'heure. On a, d'ailleurs, réservé l'emplacement pour une autre machine et deux pompes supplémentaires, qui porteraient à 21 600 mètres cubes par 24 heures la puissance élévatoire de l'usine. L'eau d'égout est refoulée par les pompes à 9 mètres au-dessus du sol, et traverse une conduite en fonte de 0m 60, posée sous la route haute et aboutissant à l'origine des conduites ouvertes qui débouchent dans les réservoirs dits de Dortmund.

On a préféré ce type de réservoirs (fig. 4 et 5, pl. IX) pour la précipitation des matières en suspension, à des bassins larges et sans profondeur. Ils sont circulaires, avec un diamètre de 8m 10 et une profondeur égale jusqu'à la base du cône qui les termine à la partie inférieure : la hauteur totale est de 15 mètres. Au centre de chaque réservoir est suspendu un tuyau de 1m 50 de diamètre, dans l'axe duquel se trouve un autre tube de 0m 15. Le sewage, au sortir des pompes, arrive dans le canal à ciel ouvert E qui l'amène dans le tuyau central de l'un des réservoirs, et tombe dans la partie conique. Il remonte ensuite, avec une très faible vitesse, et est obligé, avant de pénétrer dans la portion cylindrique, de s'étaler sur huit bras à section triangulaire, fixés d'un côté sur le tuyau, et de l'autre dans la maçonnerie. Ces chicanes déterminent la précipitation des boues qui s'amassent peu à peu au fond du cône F. L'eau clarifiée atteint des déversoirs de 1m 20 de largeur et au nombre de sept pour chaque réservoir, et s'écoule dans le conduit circulaire qui les entoure. Des vannes d'intersection permettent de fonctionner avec les phases suivantes :

1° *Fonctionnement intermittent.* — On charge l'un des réservoirs avec le sewage encore non traité, pendant que l'autre est en repos : ce dernier sera vidé à son tour par l'admission de l'eau à décanter;

2° *Fonctionnement continu.* — *a*) (avec un seul réservoir). — On peut faire marcher les réservoirs *parallèlement*, les vannes G de chaque conduite d'arrivée sont alors ouvertes, et le sewage se divise par moitié;

b). — Le fonctionnement peut aussi marcher *en série*, l'un ou l'autre des réservoirs servant le premier. Dans ce cas, tout le sewage arrive, par exemple, dans le réservoir n° 1, et l'eau décantée, se trouvant arrêtée par la fermeture des vannes H, traverse le conduit J pour arriver au conduit d'admission du réservoir n° 2 (les vannes K, L sont ouvertes et les vannes M, N, fermées). Elle se rend, après cette seconde décantation, par les trop pleins et les conduits au puisard O, puis aux conduits de distribution, et de là aux terrains d'épandage.

(1) *Institution of Civil Engineers* : Loughborough Sewage and Refuse Disposal Works, par A. S. Butterworth (1896).

Enfin, on peut, à volonté, supprimer les deux réservoirs, et envoyer par le déversoir P tout le sewage dans un puisard Q qui est en communication avec le puisard O.

Un tuyau en fonte R descend dans chaque réservoir jusqu'à $0^m 30$ du fond où se réunissent les boues, et s'élève dans l'axe du tuyau central jusqu'à $1^m 50$ au-dessous du niveau de l'eau dans le réservoir. Il est pourvu d'un robinet qu'on ouvre à certains intervalles : la pression de l'eau suffit pour refouler les boues dans le tuyau R et pour les déverser à $1^m 20$ au-dessus du sol naturel. On les envoie actuellement sur une aire drainée d'une manière spéciale, d'où on les répand soit comme engrais, soit pour combler des parties basses sur les terrains d'épandage.

Chacun des réservoirs a une capacité totale de 450 mètres cubes, en sorte qu'avec un débit moyen de 135 mètres cubes à l'heure, la décantation dure six heures en employant à la fois les deux réservoirs. Les murs sont en béton avec un enduit de ciment : leur épaisseur atteint $0^m 60$ et l'angle du cône est de 60°.

Les principaux avantages de ce procédé sont les suivants : 1° il ne faut qu'une surface peu considérable de terrain pour construire un réservoir de grande capacité; 2° les dépenses d'établissement sont de beaucoup inférieures à celles que nécessitent les bassins de décantation; 3° l'eau d'égout est exposée au soleil sur une bien moindre surface; 4° le mode d'évacuation des boues permet de se passer de bassin spécial pour ces dernières; 5° le relevage automatique des boues supprime toute installation de pompes.

Après le passage dans les réservoirs, l'eau, devenue très claire, est répartie sur le terrain d'épandage par les conduits principaux pourvus d'un système de vannes permettant d'irriguer à volonté les rigoles secondaires. Les diverses cultures n'ont pas encore été expérimentées pendant assez longtemps pour qu'on puisse en apprécier définitivement les résultats : on compte toutefois consacrer à celle des osiers les bords du ruisseau.

Les drains sont posés à une profondeur moyenne de $1^m 75$ et à 45 mètres, d'axe en axe; ce sont des tuyaux en grès de $0^m 225$ de diamètre, avec joints à emboîtement et cordon. De distance en distance des branchements sont préparés pour le cas où il deviendrait nécessaire d'augmenter le drainage. Les tuyaux de $0^m 225$ se déversent dans un drain principal de $0^m 60$, qui débouche dans la Soar : des regards ouverts sont disposés, de distance en distance, pour aérer le liquide évacué.

Le tableau ci-dessous reproduit les analyses exécutées par M. S. F. Burford sur les eaux d'égout et celles du drain collecteur ; ces résultats indiquent une purification suffisante.

Désignation.	Eaux d'égout.	Eau du drain.
	Milligrammes par litre.	Milligrammes par litre.
Matières solides en suspension. . .	221,76	0,80
Matières en solution.	86,40	89,68
Chlore.	6,86	6,27
Ammoniaque libre	2,43	0,39
Ammoniaque albuminoïde.	3,35	0,235
Oxygène consommé en un quart d'heure à 26° C.	6,86	0,1763
Oxygène consommé en 4 heures. .	17,51	0,281

La proportion totale des matières en suspension et en solution dans les eaux qui sortent des réservoirs de Dortmund, et qui est répandue sur le sol, s'élève à 95 parties sur 100 000. Les boues renferment 88,33 °/₀ d'eau.

La vapeur d'alimentation des moteurs des pompes et de la dynamo pour l'éclairage électrique est entièrement fournie par les chaleurs perdues du *destructor* des ordures ménagères. C'est une économie annuelle de 10 000 à 12 500 francs. M. Butterworth fait observer qu'on ne doit pas tenir compte, à cet égard, de la dépense de charbon qu'il faut faire pour brûler les ordures, puisqu'elle serait indispensable même si on n'utilisait pas les chaleurs perdues.

Le destructor est construit au bout des bâtiments, et on y accède par une route haute qui part du pont du canal et demeure au même niveau, à une hauteur de $4^m 40$ au dessus du sol : elle dessert la façade antérieure des bâtiments, tandis qu'une autre route à niveau inférieur règne devant la façade postérieure. Elles ont l'une et l'autre $4^m 50$ de largeur.

Le destructor (fig. 6, 7 et 8, pl. IX), construit sur les plans de MM. Coltman et Sons de Longhborough, est disposé de telle sorte que le générateur multitubulaire, qui fournit la vapeur aux pompes, utilise directement la chaleur des gaz de la combustion, ainsi que celle de ceux d'échappement. Les tombereaux déchargent leur contenu dans une trémie *a*, d'où on le pousse à la main sur la grille par une roulette *b*. La chaudière comprend deux bouilleurs intérieurs de $1^m 35$ de diamètre et de $3^m 60$ de longueur, reliés à un corps cylindrique de $1^m 65$ de diamètre, par des chambres d'eau continues *c*, et 110 tubes de $0^m 06$, dont 88 sont placés à l'extérieur des chambres d'eau et 22 dans le foyer proprement dit. Entre les deux bouilleurs est placée la grille dont la surface atteint $2^{m2} 50$, et qui consiste en barreaux du système Perrett, de $0^m 225$ de hauteur. Ces barreaux présentent la forme indiquée sur la figure 7 et plongent de $0^m 11$ dans une bâche alimentée par un flotteur. Ce dispositif a pour objet de refroidir les barreaux et d'empêcher l'adhérence du mâchefer. Un ventilateur de $0^m 30$, commandé par un petit moteur spécial de 3 chevaux, produit le tirage forcé et maintient une haute température. L'intervalle entre les barreaux n'est que de $0^m 003$: les cendres ne peuvent donc pas tomber, et on obtient un mâchefer dense et résistant qui s'enlève aisément et peut servir à divers usages.

Pour éviter le refroidissement des surfaces métalliques lorsqu'on recharge le feu, on emploie des voûtains en briques *c*, faciles à remplacer, et qui sont maintenus par des sabots rivés aux bouilleurs : ces blocs portés au rouge blanc rayonnent sur les matières fraîches introduites. Ils forment une voûte continue depuis l'arrière du foyer jusqu'à $0^m 45$ de l'avant; toutes les parties de la chaudière sont ainsi entourées d'une maçonnerie de briques réfractaires. Quand on charge à nouveau, les gaz produits par les matières ont à passer directement sur la partie la plus chaude du feu pour revenir à l'avant du foyer; ils remontent ensuite en *d* entre cette façade et l'extrémité des voûtain et reviennent à l'arrière le long du carneau central *e*, en contact avec les trois corps de la chaudière, la chambre d'eau et les tubes intérieurs. Ils contournent alors l'extrémité arrière de la chambre d'eau et traversent les carneaux ff_1, pour lécher les autres parties des bouilleurs et du corps cylindrique, la chambre d'eau et les tubes extérieurs, puis descendent dans les carneaux *g* où ils sont en contact avec les fonds des bouilleurs. Enfin ils peuvent se rendre directement, par le carneau central, à la cheminée qui a 24 mètres de hauteur et un diamètre intérieur de $1^m 20$, ou se détourner pour aller chauffer une chaudière multitubulaire supplémentaire, de 3 mètres de longueur et de $1^m 35$ de diamètre, qui sert ordinairement de réchauffeur pour le générateur propre du destructor, mais suffit à fournir la vapeur nécessaire aux machines, quand on arrête le fonctionnement du destructor pour les réparations On possède ainsi tous les moyens pour utiliser, aussi complètement que possible, les chaleurs perdues. Il n'y a en ce moment qu'une seule cellule construite, mais elle est plus que suffisante pour les besoins actuels, car elle pourrait brûler un poids très supérieur aux 8 tonnes [1] d'ordures ménagères qu'on doit traiter journellement en moyenne.

Des essais de dix heures ont été exécutés par MM. Coltman et Sons; les tombereaux déversèrent directement leur contenu sans aucun triage. On a obtenu les résultats suivants:

Poids d'ordures brûlé en 24 heures	Kilogr.	15 700
Poids du mâchefer et des cendres	—	3 700
Proportion du mâchefer et des cendres.	°/₀.	24
Eau évaporée (alimentation à 2° C. élevée à 65°, le générateur utilisé comme réchauffeur) par kilogr. de matière brûlée.	Kilogr.	2,02
Eau évaporée à 100° par kilogr. de matière brûlée	—	2,38
Pression de la vapeur.	—	4,55
Force utilisable.	Chevaux-vapeur.	98
Température dans le foyer et le premier carneau.	Degrés C.	1 400
— dans le carneau inférieur, en avant (moyenne)	Degrés C.	520
— dans le carneau principal d'évacuation	—	310
— du gaz entre le générateur et la cheminée.	Degrés C.	101
— de l'eau d'alimentation	—	2
— — après passage dans le générateur multitubulaire	Degrés C.	65
Eau évaporée dans la bâche, sous la grille, par heure.	Lit.	27
Pression d'air sous la grille.	Mètres d'eau.	0,0375
Proportion de vapeur consommée par le ventilateur.	°/₀.	3

L'installation totale avait été estimée à 500 000 francs ; le devis n'a pas été dépassé et les dépenses se répartissent comme il suit :

Achat de 14 hectares de terrain . . . . . . Fr.	100 000
Indemnités aux propriétaires et locataires. . . .	25 000
Frais de timbre.	30 000
Collecteur principal et ses annexes	110 000
Canaux d'évacuation, drains, préparation du sol.	55 000
Bâtiment et puisard des pompes, mur de soutènement et pont	45 000
Réservoirs type Dortmund.	45 000
Destructor et cheminée	35 000
Machines, pompes, dynamo et accessoires. . . .	22 500
Dépenses diverses, y compris les routes d'accès .	27 500
Reste en caisse	5 000
TOTAL. . . . . Fr.	500 000

Soit environ 25 francs par tête d'habitant.

Cette dépense de premier établissement est peu importante, et l'économie réalisée dans les frais d'exploitation, grâce à la fourniture directe de vapeur par les chaleurs perdues, doit, en outre, réduire à un chiffre relativement faible les charges imposées à la Ville pour son assainissement, car, à part l'entretien des canalisations et des machines, on n'a plus à pourvoir qu'aux dépenses de réactif.

Geo. RENEL,
Ingénieur civil.

(1) Ce chiffre peut être considéré comme faible, car il ne correspond qu'à 0kg 400 par tête d'habitant, tandis qu'à Paris on est obligé de compter sur 1kg 50 à 1kg 75.



TRAVAUX PUBLICS

APPAREILS DE CHASSE DES RÉSERVOIRS

Les réservoirs qui ont pour objet de capter et de distribuer de grandes masses d'eau pour les besoins de l'agriculture et de l'industrie se remplissent journellement de dépôts vaseux qui atteignent peu à peu des volumes considérables, et finiraient, en très peu de temps, par les combler complètement si on ne combattait sans relâche leur extension.

Dans certaines contrées, en Algérie par exemple, la question de mise en eau est trop importante pour qu'on puisse seulement songer à vider un réservoir et le curer ensuite : on risquerait de ne pouvoir reconstituer la retenue en temps opportun et de compromettre les services pour lesquels elle a été établie. On se trouve alors conduit à lutter contre le développement des vases au moyen de chasses puissantes. Pour obtenir un résultat satisfaisant, on effectue celles-ci quand la retenue est à son niveau le plus élevé, et comme on donne à l'évacuateur une assez grande section, il résulte que des engins mécaniques seuls sont capables d'assurer la manœuvre des vannes.

Or, les barrages sont desservis par un personnel restreint et se trouvent, par leur nature même, loin des centres habités où l'on puisse rencontrer des ouvriers mécaniciens. Il faut donc que les appareils soient combinés, tant au point de vue de la résistance que des dispositions à leur donner, de telle sorte que le personnel de l'exploitation, résidant sur les lieux mêmes, arrive seul à en assurer l'entretien.

Du moment qu'on a recours aux appareils mécaniques, il vient de suite à l'idée d'utiliser comme puissance motrice l'énergie de la retenue elle-même; aussi, les divers dispositifs qu'on a imaginés sont-ils des appareils à eau sous pression. Ils se composent tous de deux groupes A et B : 1° ceux qui compriment l'eau pour lui permettre d'exécuter le travail de manœuvre de la vanne; 2° une fois l'eau comprimée, ceux qui utilisent son énergie. En un mot, pour employer une comparaison tirée de la machine à vapeur, on a, d'une part le générateur, d'autre part, le mécanisme proprement dit.

Deux principaux types d'appareils de chasse sont en usage en Algérie : l'un, installé au barrage des Cheurfas, près de Saint-Denis du Sig, a été établi par la Compagnie de Fives-Lille; l'autre, aux barrages de la Djidiouïa et du Hamiz, est dû à M. Jandin, Ingénieur des Arts et Manufactures, constructeur à Lyon.

Appareils de chasse des Cheurfas (fig. 1, 3 et 4). — L'évacuateur du barrage des Cheurfas a son seuil à 28 mètres au-dessous du niveau de la retenue. Sa section se compose d'un rectangle de 1m 50 de hauteur sur 1m 60 de largeur, surmonté d'un demi-cercle de 0m 80 de rayon, soit, au total, 3m² 404.

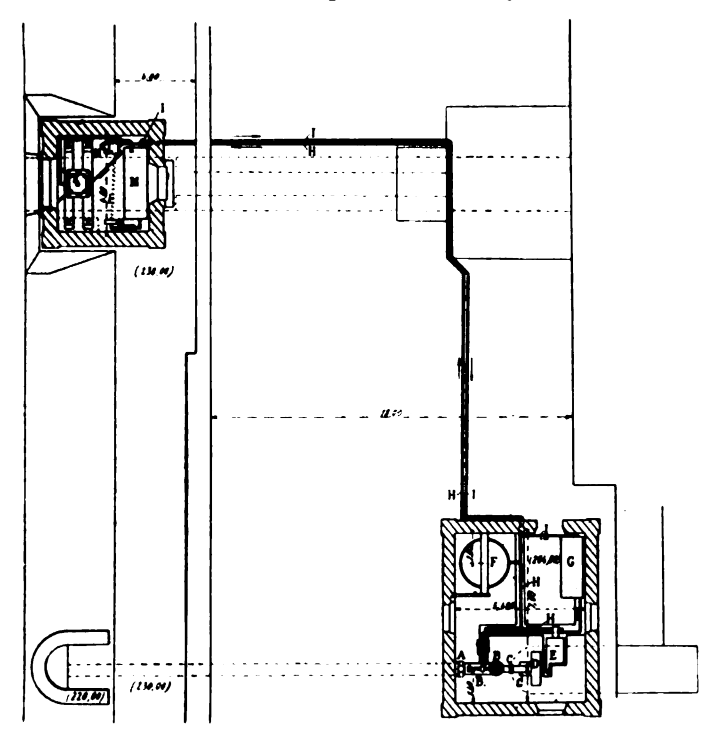


Fig. 1. — Plan des appareils de chasse des Cheurfas (Algérie).

La vanne en fonte qui le ferme est rectangulaire : elle est faite d'une plaque renforcée par des nervures verticales et des nervures horizontales à ailettes, affectant la forme d'un solide d'égale résistance. Elle recouvre l'orifice de 0m 10 sur chaque côté, 0m 10 en haut, 0m 08 en bas. Sa surface est de 4m² 464.

Sa tige est constituée par des viroles en forme de caissons et n'est soutenue par aucun guide. Bien que le calcul ait indiqué qu'elle travaille à un très faible taux, elle est renflée à sa partie médiane, de façon à y présenter la section indiquée ci-contre (fig. 2). Elle se termine par une partie cylindrique de 150 millimètres de diamètre qui pénètre dans un moyeu venu de fonte avec la vanne et parfaitement alésé à 170 millimètres. La tige y est maintenue, en haut et en bas, par deux clavettes dont la première travaille à la montée, la seconde à la descente. La vanne est ainsi *tirée* dans les deux sens, ce qui évite tout coincement. On a là quelque chose d'analogue à l'attelage d'une bielle et d'une crosse de piston.

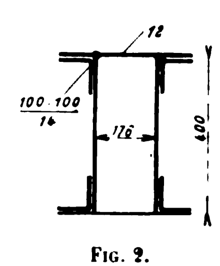


Fig. 2.

La vanne pèse 3 570 kilogr., et la tige, avec ses accessoires, 10 000 kilogr. Vu le coefficient élevé de frottement dû à la présence d'eau très chargée, la montée exige un effort évalué 70 tonnes, la descente 50. La pression de l'eau nécessaire dans les appareils est de 50 kilogr. par centimètre carré.

Appareils de manœuvre. — *Groupe A.* — Les appareils de manœuvre constituant le groupe A (fig. 3) sont réunis dans un petit bâtiment construit au pied aval du barrage. L'eau de la retenue y pénètre par un tuyau de 1m 50 de diamètre faisant suite à un aqueduc qui traverse la digue. Ce tuyau, sur lequel ont été installés divers appareils accessoires dont nous étudierons plus loin la fonction, conduit l'eau dans une turbine Girard [1] D, à axe horizontal, qui met en mouvement, au moyen d'un engrenage, une batterie de trois pompes de compression E, à axes horizontaux.

Le travail de ces pompes est régularisé par le jeu d'un accumulateur F, qui sert en quelque sorte de volant. Il se compose d'une forte embase en fonte, surmontée d'un cylindre dans lequel se meut un plongeur. Sur l'extrémité de ce dernier se trouve emmanchée une poutre horizontale ayant la forme d'un solide d'égale résistance. La caisse de charge contenant le lest nécessaire pour faire équilibre à la pression de 50 kilogr. est suspendue à cette poutre. Elle est constituée par deux cylindres concentriques en tôle, boulonnés sur une embase en fonte à section annulaire. Le plongeur a un diamètre de 0m 200 et une course de 2 mètres.

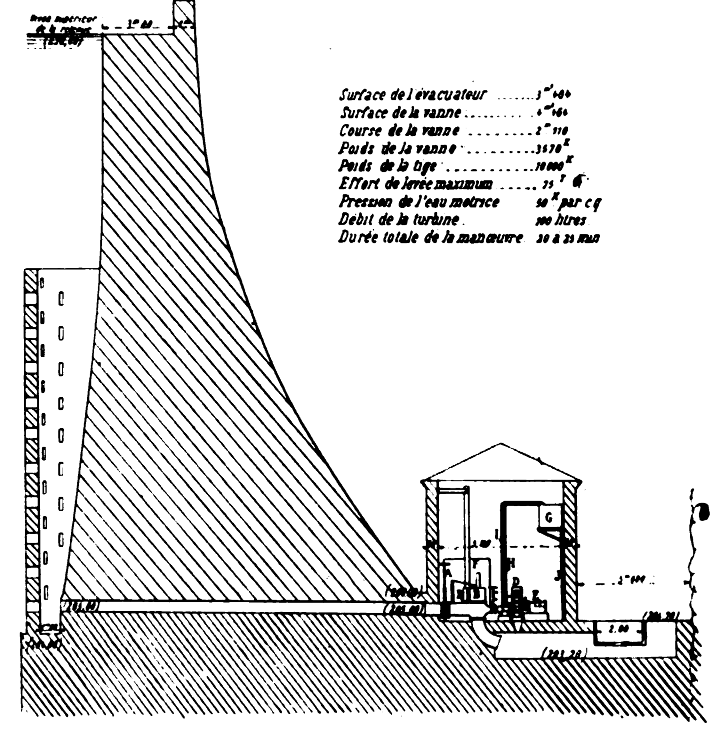


Fig. 3. — Coupe, par le bâtiment inférieur, des appareils de manœuvre (groupe A), aux Cheurfas (Algérie).

L'accumulateur est muni d'une soupape de sûreté commandée par la caisse de charge. En outre, une vanne papillon c_1, accolée à la turbine, est reliée par une chaîne à un contrepoids placé au-dessus de l'accumulateur. Quand celui-ci arrive au haut de sa course, il heurte ce contrepoids, le papillon se ferme et la turbine s'arrête.

Le rôle de l'accumulateur est, comme nous l'avons dit, celui d'un volant. Il n'est pas suffisant pour fournir à lui seul le travail que

(1) L'eau ne pénètre dans l'aqueduc d'amenée qu'après être passée par les barbacanes qui règnent sur toute la hauteur d'une tour accolée au parement amont du barrage. Cette tour, qui joue un rôle analogue à celui d'une crépine de pompe, empêche ainsi les détritus que l'eau pourrait entraîner avec elle de s'engager dans le tuyau d'arrivée et, de là, dans la turbine.



nécessite la levée complète de la vanne, mais il permet d'obtenir la pression nécessaire, soit en manœuvrant les pompes seules et le laissant en haut de sa course, soit en s'en servant pour diminuer le travail des pompes.

En avant de la turbine, on rencontre les appareils accessoires signalés plus haut. Sur le tuyau d'amenée, se trouve d'abord un robinet vanne A qu'on ne ferme qu'en cas de réparation, par un volant à vis. Le temps employé pour le manœuvrer est donc assez long, mais cela ne présente aucune sujétion importante puisque le cas n'est qu'exceptionnel.

Au delà de ce robinet est placé l'appareil de prise d'eau de la turbine, composé de deux vannes, l'une cylindrique B [1], l'autre plane C, dite d'arrêt, manœuvrée à bras. Quant à la vanne cylindrique, elle est mue ordinairement par une petite presse hydraulique B_1 : elle peut aussi être manœuvrée à bras; sa tige porte, dans ce but, une crémaillère qui, par un engrenage et une vis sans fin, reçoit son mouvement d'un volant à main [2].

Groupe B. — Les appareils du groupe B (fig. 4) sont réunis dans un bâtiment construit sur la crête du barrage, à l'aplomb de l'axe de l'évacuateur. L'eau sous pression, amenée par le tuyau H, y est conduite dans une boîte de distribution L, qui la dirige dans la presse hydraulique K, chargée de manœuvrer la vanne.

Cette presse, dont l'axe est situé dans le prolongement de celui de

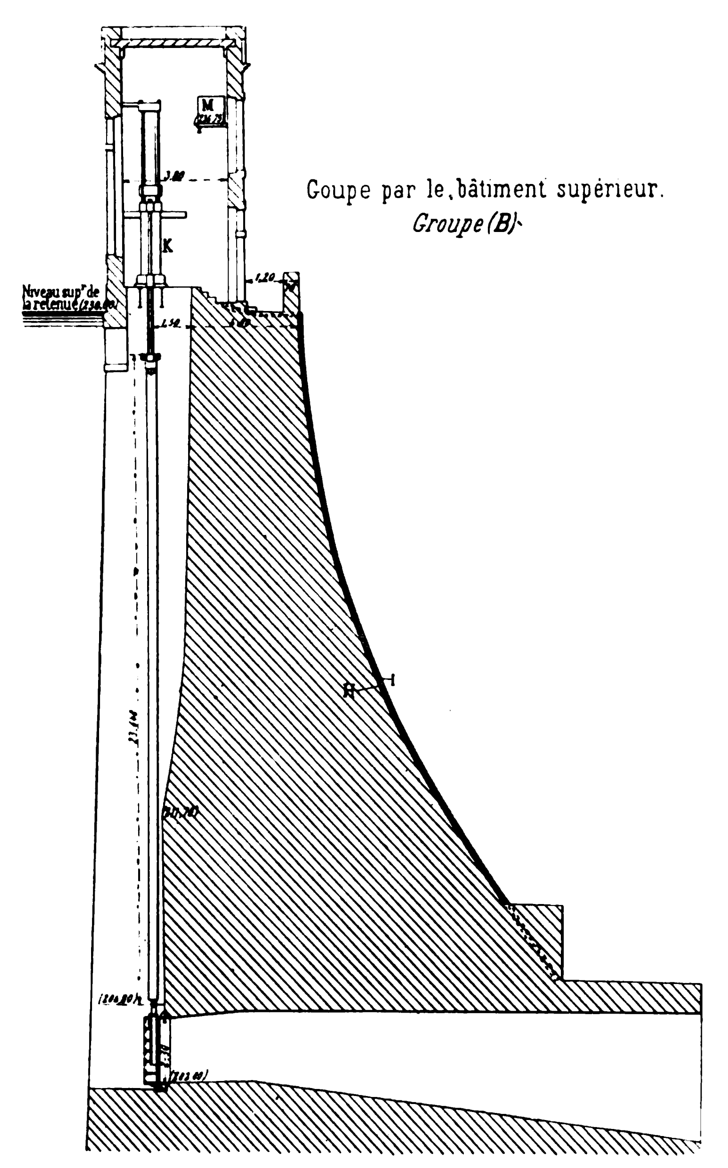


Fig. 4. — Coupe, par le bâtiment supérieur, des appareils de manœuvre (groupe B), aux Cheurfas (Algérie).

la vanne, se compose essentiellement d'un corps cylindrique fixe dans lequel se meut un plongeur annulaire, de 2m 40 de course totale, dont la partie supérieure entoure un deuxième cylindre, fixe lui aussi (fig. 5). Le plongeur mobile est attelé à la tige de la vanne par deux tirants de 6m 95 de long, fixés à cette tige d'une part et, de l'autre, à deux oreilles venues de fonte avec lui.

Supposons alors qu'on veuille tirer la tige dans le sens de la flèche (ouverture de l'évacuateur) : il suffit d'introduire l'eau sous pression dans l'espace *a* en mettant *b* à l'évacuation. Inversement, pour abaisser la vanne, c'est-à-dire pour pousser la tige dans le sens contraire à celui de la flèche, on amène l'eau dans l'espace *b* en faisant communiquer avec l'évacuation l'espace annulaire *a* cité précédemment.

Cette manœuvre est assurée par la boîte de distribution L. Celle-ci contient quatre soupapes actionnées deux à deux par deux secteurs dentés qui reçoivent leur mouvement de volants. Deux de ces soupapes font communiquer la pression ou l'évacuation avec l'espace *a* de la presse, les deux autres font le même office pour l'espace *b*. L'évacuation se fait dans un réservoir M en contre-haut des appareils de manœuvre; par suite, ces derniers se maintiennent toujours pleins d'eau. Un tuyau I amène le trop-plein de ce réservoir dans la bâche d'alimentation des pompes; il en résulte que c'est toujours la même eau qui sert et on n'a à remplacer que la petite quantité qui se perd par les fuites, les purges et l'évaporation.

Il peut être nécessaire de maintenir l'évacuateur partiellement ouvert sans pour cela avoir recours à la pression de l'eau. Les deux tirants qui réunissent la tige de la vanne au plongeur de la presse sont alors entaillés en forme de crémaillère. D'autre part, un levier à main *a* (fig. 6), commande deux bielles *b*, *b'* qui, dans une de leurs positions extrêmes tiennent relevés deux linguets *l*, *l'* articulés autour de points fixes *o*, sur le corps de presse; dans la seconde position les deux linguets tombent et saisissent la crémaillère.

Enfin, dans le cas où, pour une cause ou une autre, le mécanisme refuserait de fonctionner, une pompe à bras de secours, N, est installée dans le bâtiment supérieur. Elle est à deux plongeurs et à balancier; son aspiration se fait dans le réservoir M, et son refoulement est branché sur la boîte de distribution.

Telle est, en quelques mots, la description de l'installation hydraulique des Cheurfas. Comme on voit, tout y a été prévu de façon à assurer complètement la manœuvre qui se fait avec une régularité parfaite et une douceur remarquable.

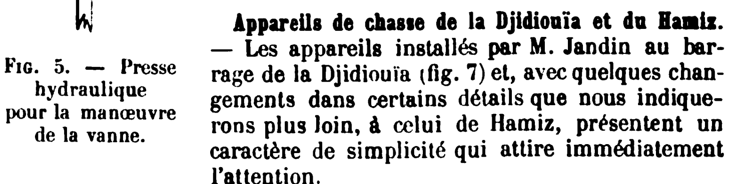


Fig. 5. — Presse hydraulique pour la manœuvre de la vanne.

Appareils de chasse de la Djidiouïa et du Hamiz. — Les appareils installés par M. Jandin au barrage de la Djidiouïa (fig. 7) et, avec quelques changements dans certains détails que nous indiquerons plus loin, à celui de Hamiz, présentent un caractère de simplicité qui attire immédiatement l'attention.

Tout d'abord on remarque une modification dans la disposition de l'évacuateur, modification des plus heureuses, car elle permet d'augmenter la puissance des chasses tout en diminuant celle des appareils moteurs : la vanne n'est pas placée en avant de l'évacuateur mais en un point intermédiaire. La section transversale de l'évacuateur est circulaire; en outre, il présente, en amont de la vanne, la forme d'un orifice parfaitement évasé; en aval, celle d'un *ajutage conique divergent* dont l'angle au sommet est de 5 à 6°.

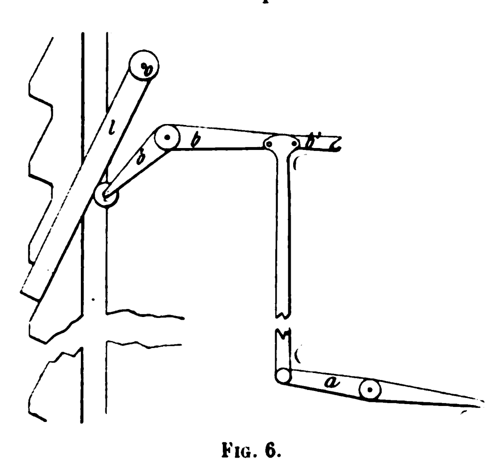


Fig. 6.

Cette simple modification augmente dans une telle mesure la puissance des chasses que les matières entraînées creusent en très peu de temps, par leur frottement, les parois de l'évacuateur et que, même si la maçonnerie n'était pas d'une dureté exceptionnelle, les rainures ainsi formées rendraient illusoire l'étanchéité de la fermeture. M Jandin a remédié à cet inconvénient en constituant la galerie d'évacuation d'anneaux en fonte qui forment ainsi un véritable conduit métallique résistant. Il est bien évident que ce dispositif, qui ne fait pas partie intégrante du système, peut sans difficulté être supprimé toutes les

(1) Cette vanne cylindrique repose sur le même principe que celles installées dernièrement aux nouvelles écluses du canal du Centre, par M. Résal. — Cf. *Notice sur l'Exposition du Ministère des Travaux publics en 1889.* Paris, Imprimerie Nationale.

(2) Si on craignait que des graviers ne vinssent se loger dans la rainure inférieure de la vanne d'arrêt ou sur le siège de la vanne cylindrique, on pourrait remplacer ces deux organes par des robinets, et la paroi de la conduite présenterait alors une section continue. Comme, du reste, on ne met en mouvement la turbine que lorsque la charge d'eau est assez grande, de façon à obtenir plus de puissance dans les chasses, il n'y a pas lieu de redouter outre mesure cet inconvénient.



fois que le corps du barrage est composé de matériaux assez durs pour s'opposer à l'érosion.

L'évasement de l'évacuateur à l'amont est destiné à empêcher la convergence des filets liquides après leur passage à travers la section rétrécie ; comme on dit, il « soutient la veine ». L'ajutage divergent produit, lui, une dépression qui augmente, dans une large mesure, la charge sous laquelle s'effectue l'écoulement.

La théorie indique, en effet, que si p, v et ω sont la pression, la vitesse et la section à l'étranglement, p_0 la pression atmosphérique en hauteur d'eau, v' et A la vitesse et la section à la sortie, h la hauteur de la retenue au-dessus de l'axe de l'ajutage (fig. 8), on a :

$$p_0 - p = h\left[\left(\frac{A}{\omega}\right)^2 - 1\right] \text{(1)}$$

et comme A est plus grand que ω, il y a dépression dans l'étranglement : le débit est augmenté ; il peut aller jusqu'à $\omega\sqrt{2g(h + p_0)}$ au lieu de $0{,}82\,\omega\sqrt{2gh}$ qui serait sa valeur si l'évacuateur avait partout la même section. Il est vrai que la formule précédente est théorique et suppose que la loi de Bernoulli est constamment applicable, et que l'eau coule par filets parallèles. Néanmoins, elle peut être considérée comme très approchée. Ainsi, dans une expérience faite à la Djidiouïa, un manomètre indiqua que la pression absolue dans la section contractée descendait parfois jusqu'à $^1/_{10}$ d'atmosphère. En outre, ce qui démontrait que le résultat pratique ne différait pas de celui prévu par la théorie, l'écoulement se faisait par saccades et était accompagné de violents coups de bélier que la solidité de la liaison des anneaux de fonte avec la maçonnerie était seule capable d'annihiler. En effet, la pression étant très faible à l'étranglement, il devait se produire des rentrées d'air.

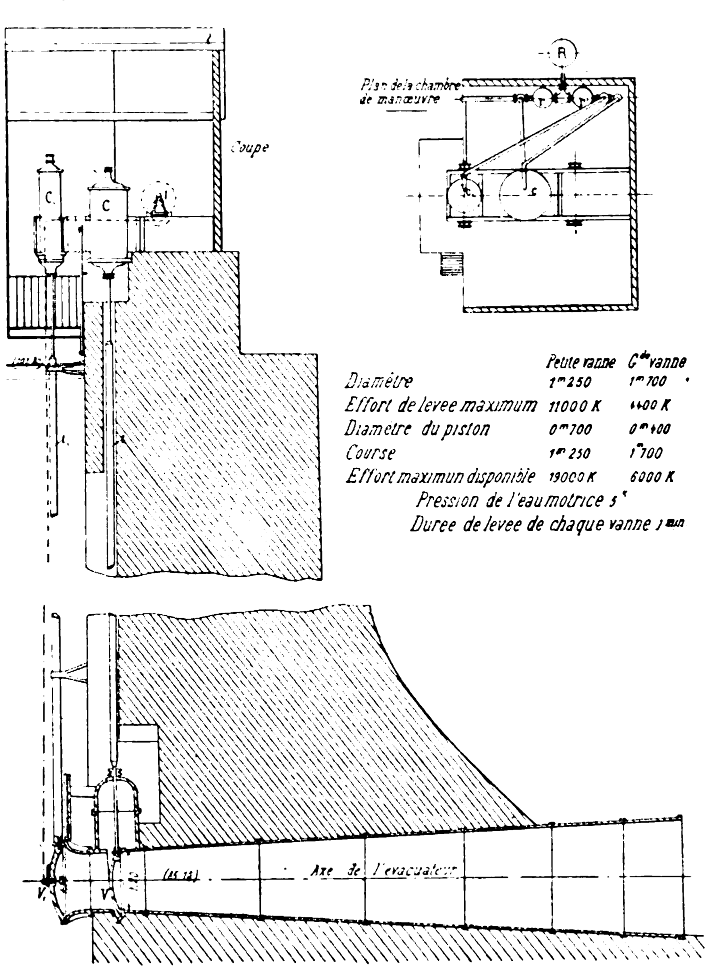


Fig. 7. — Appareils de chasse de la Djidiouïa (Algérie).

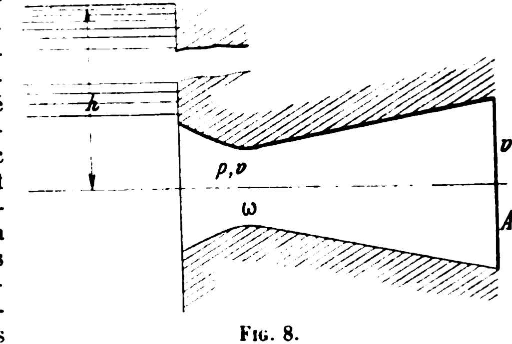


Fig. 8.

Quoi qu'il en soit, le dispositif de la Djidiouïa et du Hamiz présente l'avantage d'augmenter la puissance des chasses en augmentant la charge, tout en permettant l'emploi d'une vanne de section réduite, sur laquelle la pression est plus faible. Dès lors, il n'est plus besoin de machinerie compliquée : une pression de 5 kilogr. suffit largement.

Description. — La vanne V ferme un orifice de 1m20 de diamètre. Elle est constituée par un disque sphérique en fonte de 1m25. Sa tige t est formée d'un tuyau en fer étiré de 130 millimètres de diamètre intérieur pour 15 millimètres d'épaisseur. Elle est maintenue de distance en distance par des paliers guides qui s'opposent à la flexion. Le poids de la vanne et de la tige est de 2 300 kilogrammes.

M. Jandin a installé, en avant de l'évasement de l'évacuateur, une autre vanne sphérique V_1, de 1m70 de diamètre, qui sert principalement de batardeau en cas d'accident. Elle ne peut être déplacée que si elle est équilibrée sur ses deux faces. Pour cela, elle est percée de deux orifices de 200 millimètres de diamètre qu'on peut ouvrir ou fermer ensemble au moyen de deux vannettes m, n (fig. 9) mues à l'aide de deux chaînes actionnées par le treuil T.

Ces vannettes permettent également d'opérer des chasses réduites qui dégagent les abords de l'appareil des vases légères qui s'y déposent. La tige t_1 est, elle aussi, formée d'un tube étiré de 130 millimètres de diamètre, mais qui n'a que 10 millimètres d'épaisseur.

Fig. 9. — Vanne sphérique placée en avant de l'évasement de l'évacuateur et servant de batardeau en cas d'accident.

Cette vanne supplémentaire, qui augmente considérablement la dépense, pourrait être supprimée sans inconvénient ; sa présence donne plus de garantie, il est vrai, mais nous ne la croyons pas indispensable.

Le groupe A des appareils hydrauliques se compose uniquement d'une pompe élévatoire à bras placée en un point quelconque du bord de la retenue, et d'un réservoir en maçonnerie construit à flanc de coteau, près du barrage, à 50 mètres au-dessus de la crête, de façon à obtenir la pression de 5 kilogr. nécessaire à la manœuvre.

On comprend parfaitement que si les abords en permettaient l'installation de ce réservoir à une hauteur suffisante, cette organisation devrait être modifiée par l'adjonction d'une pompe de compression mue par une turbine, comme dans les appareils des Cheurfas. Mais, là aussi, le mécanisme serait encore plus simple par suite de la diminution de puissance que procure l'installation de la vanne à l'entrée d'un ajutage divergent.

L'eau que la pompe a élevée dans le réservoir est amenée dans deux cylindres à piston intérieur, un pour chaque vanne de l'évacuateur. Ces deux cylindres C et C_1, placés dans la chambre de manœuvre sur la crête du barrage, ont respectivement 700 millimètres et 400 millimètres de diamètre et des longueurs de 1m25 et 1m70. Les tiges des pistons sont munies de curseurs qui permettent au barragiste de se rendre compte de la position des vannes.

Le constructeur, prévoyant le cas où un arrêt brusque viendrait à se produire, a voulu éviter que la force vive de l'eau dans la conduite, nécessairement assez longue, réunissant le réservoir supérieur aux cylindres, n'occasionnât alors des coups de bélier capables de produire des ruptures. A cet effet, l'eau passe dans un réservoir d'air R immédiatement avant d'être introduite dans les organes de distribution.

Ceux-ci sont constitués par deux autres réservoirs à air r, r', susceptibles d'être mis en communication : d'une part, soit avec le haut, soit avec le bas de chacun des cylindres moteurs ; d'autre part, soit avec R, soit avec l'échappement. Le schéma que représente la figure 10 indique cette disposition.

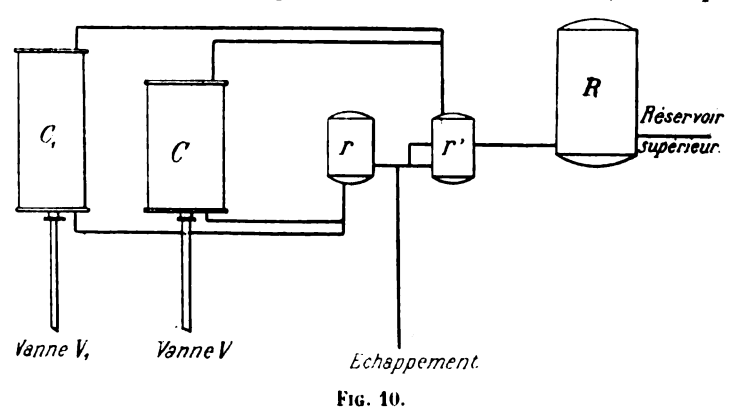


Fig. 10.

(1) Cf. Collignon, *Hydraulique*, p. 137.

Pour effectuer une manœuvre, on établit la pression dans r et r', puis on met, suivant le cas, en communication l'un de ces deux réservoirs avec les cylindres moteurs (r pour la montée, r' pour la descente) et la conduite, l'autre avec les cylindres et l'échappement. Un jeu de robinets assure ces différentes opérations.

Si, alors, un arrêt brusque vient à se produire, la pression dans la partie du cylindre moteur en communication avec l'échappement ne tombe pas immédiatement à zéro, grâce à la contre-pression élastique. Ainsi donc, quoique les réservoirs r et r' paraissent peu utiles, étant donnée l'existence du réservoir R vers l'extrémité aval de la conduite d'eau sous pression, leur présence ne peut que contribuer à éviter des à-coups dans l'effort exercé sur les pistons.

Les deux cylindres C et C' et les trois réservoirs r, r' et R constituent à eux seuls le groupe B de l'appareil hydraulique de M. Jandin.

Disons, pour terminer, que l'effort nécessaire pour soulever la petite vanne est évalué à 19 050 kilogr.

Pour la grande vanne équilibrée, il est excessivement faible, car on n'a à vaincre que le frottement dû à la pression que l'eau exerce contre la surface d'appui seule. Bien plus, l'excès de charge produit par la puissance vive du jet des vannettes, tend à séparer la vanne de son siège et à en faciliter d'autant plus la levée.

Le même dispositif a été employé au réservoir du Hamiz, sauf en trois points où des modifications ont été apportées :

1° La conicité de l'évacuateur a été établie de façon que la pression décroisse dans la section étranglée pour des hauteurs d'eau croissantes, et ne devienne nulle que lorsque la retenue est à son maximum. L'écoulement se fait ainsi à gueule bée pour toute hauteur, du moins en théorie; mais on peut néanmoins éviter, en pratique, des vibrations dangereuses qui disloqueraient les maçonneries;

2° Le cylindre C est placé un peu au-dessus de l'évacuateur, dans une chambre spéciale pratiquée dans le corps du barrage : la tige est ainsi réduite à son minimum de longueur, ce qui est une bonne condition pour sa résistance; mais ce dispositif, outre qu'il affaiblit l'homogénéité du mur, a l'inconvénient d'exiger une complication dans la machinerie, ainsi que le déplacement de l'agent pour les manœuvres [1];

3° Enfin, la pompe élévatoire est actionnée par une petite turbine, au lieu d'être manœuvrée à bras.

Comparaison des deux systèmes. — Bien que datant de quelques années à peine, chacun des systèmes que nous venons de décrire a fait aujourd'hui ses preuves.

Il peut paraître intéressant de les mettre en regard l'un de l'autre, de façon à essayer d'en déduire une comparaison. Celle-ci ne saurait être qu'approximative, car les ouvrages diffèrent non seulement par la hauteur de la retenue, par suite, par la puissance des appareils, mais aussi par les conditions d'installation.

C'est surtout au point de vue de la dépense qu'on reconnaît cette différence; sous ce rapport, l'appareil de la Djidiouïa et du Hamiz semblerait inférieur à celui des Cheurfas. Ici la dépense par mètre superficiel d'évacuateur est d'environ 19 000 francs et là de 35 000 francs. Mais ce ne sont que des approximations dont on ne peut tirer de comparaison tant soit peu précise.

Au point de vue du caractère pratique, considéré en soi, il n'en est pas de même et on peut mettre les deux systèmes en parallèle.

Le dispositif de la vanne de la Djidiouïa exige la présence d'un presse-étoupe qui reste immergé et ne peut, par suite, jamais être visité. Il n'en est pas de même au Hamiz, et surtout aux Cheurfas où cette pièce a pu être supprimée.

Les tiges des vannes de la Djidiouïa ne sont pas à l'abri de toute flexion; il est vrai qu'on a prévu des guides qu'on peut considérer comme de véritables encastrements, mais il faut supposer que l'ajustage est assez précis pour qu'il en soit ainsi. C'est là un avantage pour la modification apportée au Hamiz.

La forme tubulaire et renflée de la tige installée aux Cheurfas a donc une réelle supériorité, d'autant plus que l'attache spéciale avec la vanne évite les coincements à la descente comme à la montée.

Quant aux presses, celle employée aux Cheurfas n'a pas de garniture intérieure; on peut changer les emboutis sans démontage. Il convient d'ailleurs de reconnaître que l'adoption d'un plongeur à la Djidiouïa eût conduit, soit à l'usage d'appareils d'un poids excessif, soit à une augmentation dans la pression de l'eau; cet avantage eût été acheté par une complication plus considérable. La distribution se fait, à la Djidiouïa, par une série de robinets-vannes, indépendants, qu'on doit toujours manœuvrer dans un certain ordre. Cette disposition ne vaut pas celle de la boîte de distribution des Cheurfas où tout se fait par le déplacement d'un organe unique, déplacement qui n'exige aucune attention.

Aux Cheurfas, l'eau refoulée dans l'accumulateur ne suffit pas, comme on sait, et il faut faire fonctionner les pompes quinze à vingt minutes pour déterminer l'ouverture de la vanne. D'un autre côté, la mise en marche simultanée des pompes, au pied du barrage, et de la presse, sur le couronnement, rend indispensable l'emploi de deux hommes au moins.

Au contraire, à la Djidiouïa tous les appareils moteurs sont réunis dans la même chambre. L'eau est refoulée dans le réservoir en maçonnerie à loisir, indépendamment des manœuvres hydrauliques des vannes. Le réservoir suffit largement à assurer la marche des appareils sans qu'il soit nécessaire de remettre à chaque fois la pompe élévatoire en mouvement : d'où économie considérable de temps : chaque vanne se lève en une minute; au lieu d'une demi-heure, comme dans le cas précédent, la *manœuvre complète dure quatre minutes.* C'est là un important bénéfice qu'on ne pourrait obtenir aux Cheurfas qu'au prix d'une augmentation de capacité de l'accumulateur, et, par suite, d'un surcroît de dépenses.

On voit donc que chacun des systèmes a ses avantages et ses inconvénients; un certain éclectisme est nécessaire. On peut dire que si on se trouve en présence d'une espèce qui permet de réunir les conditions suivantes : évacuateur divergent à parois assez résistantes pour autoriser la suppression des secteurs de fonte, vanne unique à tige tubulaire, presse à plongeur et boîte de distribution, compression de l'eau obtenue au moyen d'une pompe qui l'élève dans un réservoir supérieur, on pourra joindre à la simplicité et à la sécurité de manœuvres une très grande économie.

P. FRICK,
Ingénieur civil.

(1) Il est juste de faire remarquer que cette installation peut être nécessitée par l'impossibilité où on se trouve de placer le réservoir d'eau à une hauteur suffisante, car elle permet d'augmenter la puissance motrice. Ainsi, au Hamiz, la pression, qui n'est que de 3ks 60 dans le cylindre de la vanne amont, est de 6k 60 dans celui de la vanne aval.

CONSTRUCTIONS NAVALES

DOCK A MANŒUVRE HYDRAULIQUE DE L'« UNION IRON WORKS » à San Francisco (États-Unis).

Le nouveau dock que nous allons décrire fait partie des chantiers de construction de navires de l'« Union Iron Works » de San Francisco. Il peut desservir au maximum des bâtiments de 6 000 tonneaux avec une levée totale de 8m 70. Toutes les manœuvres s'exécutent par force hydraulique.

La plate-forme (fig. 1 et 3) est constituée par une série de poutres transversales, au nombre de 36, reliées dans le sens longitudinal par cinq séries de longerons : ceux du centre, qui supportent la quille du bâtiment, ont, comme les traverses à cet endroit, une hauteur de 1m 90. Les deux séries latérales intermédiaires ont 0m 50, et les deux extérieures 0m 75. Un plancher en madriers ordinaires recouvre les fers et permet la circulation des ouvriers. La longueur totale est de 132m 55 et la largeur de 19m 95.

Les longerons du centre supportent les tins, ceux des séries intermédiaires sont affectés aux ventrières qui s'ajustent sur les flancs de la carène à l'aide de câbles maintenus par un cliquet et une crémaillère.

Les 36 poutres transversales qui constituent la plate-forme reposent chacune sur une tête de piston de presse hydraulique : leur diamètre est de 0m 765 avec une course de 4m 35. Les pistons portent des poulies à gorge sur lesquelles passent 8 câbles de 0m 05, dont l'un des bouts est fixé à la plate-forme, et l'autre à une pièce fixe qui n'est autre que le fond du cylindre de la presse. De cette manière la levée de la plate-forme est double de celle du piston.

Les cylindres (fig. 2 et 3) sont supportés par deux séries de pilotis comprenant 7 pieux pour chacun d'eux, et protégés par des caissons en tôle qui descendent jusqu'à environ 1m 50 au-dessous du fond. Les pieux ont 30m 40 de longueur et leur tête a été recouverte d'un chapeau en fonte. Chaque support peut fournir individuellement une réaction égale à 82 tonnes : on dispose donc d'une force de 164 tonnes par presse.

Les cylindres reposent directement sur deux poutres en acier qui réunissent toutes les têtes des pilotis. D'autre part, pour équilibrer les poussées au vide exercées par les traverses, on a contre-buté les supports par des jambes de force et par des poutrelles amarrées chacune sur deux pieux : il y a deux poutrelles pour chaque presse, soit 72 pour l'ensemble.

Le dispositif permettant l'arrêt automatique de la distribution quand la levée est terminée est le suivant :

Une conduite générale d'alimentation D (fig. 3) et une conduite de secours règnent sur trois des côtés du dock. Sur la tête de chaque piston se trouve une valve hydraulique double A alimentée par un tuyau B qui télescope dans un autre C, ce dernier descendant au-dessous de l'eau le long des supports et communiquant avec la conduite D. Les tiges des deux soupapes, l'une pour l'admission, l'autre pour l'évacuation, sont commandées par un levier F, dont le point d'appui est à égale distance de chacune d'elles. Le levier F est terminé par un écrou G, qui monte et descend le long d'une vis actionnée par un arbre de transmission régnant sur trois des côtés du dock, et mis lui-même en mouvement par un moteur vertical spécial placé dans la chambre des pompes.

Lorsque l'écrou monte, le levier ouvre la valve d'introduction et la



laisse dans cette position jusqu'au moment où il devient horizontal. A cette période l'admission ferme et l'évacuation ouvre. On obtient ainsi le réglage automatique de la levée.

atteint 28 tonnes. Il est relié à la valve d'introduction des moteurs, de manière à les mettre en route dès qu'il se produit une fuite dans la canalisation.

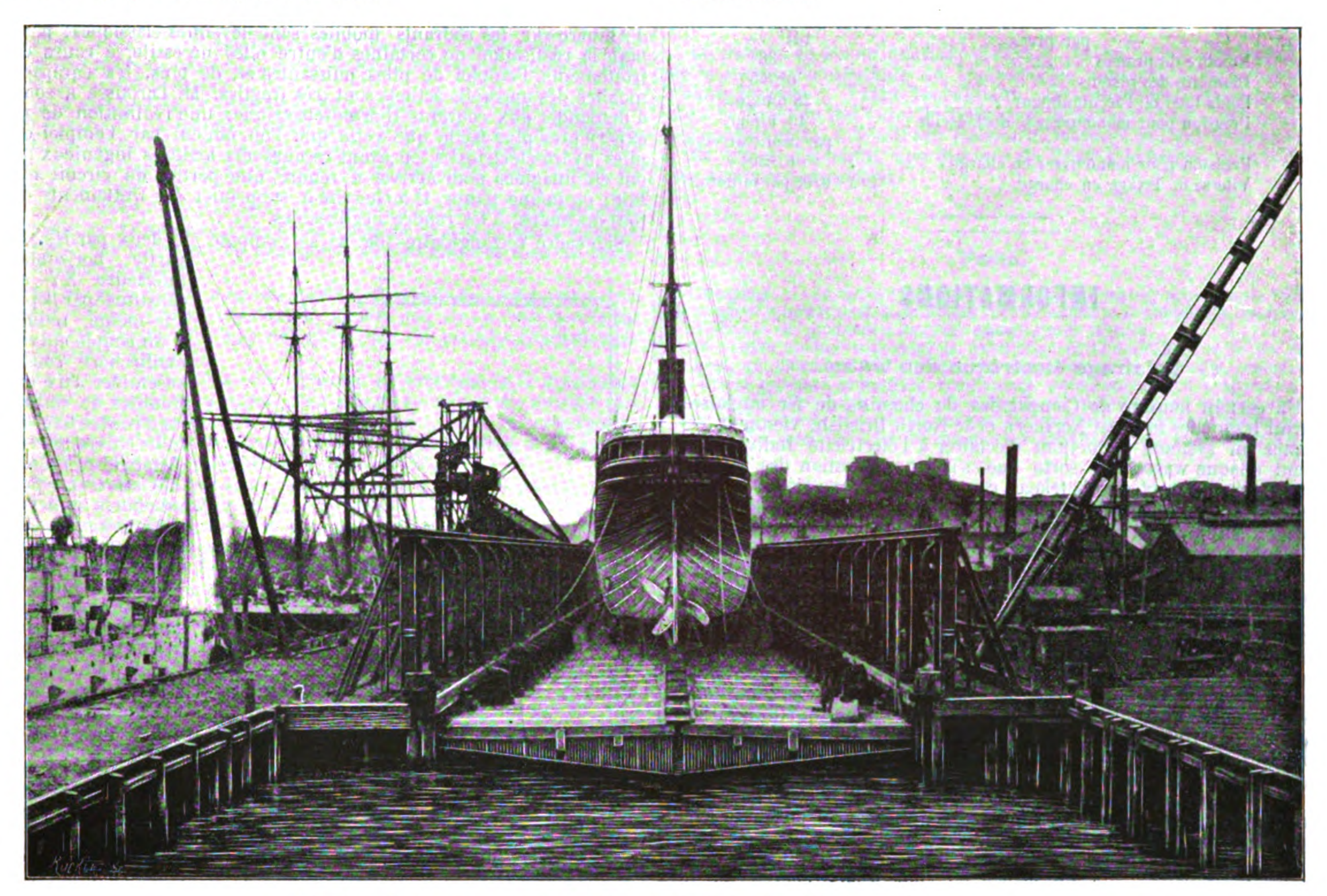


Fig. 1 — Dock à manœuvre hydraulique de l'« Union Iron Works », à San Francisco.

Les moteurs des pompes de compression sont des machines horizontales de 0m 30 de diamètre et de 0m 40 de course, qui commandent par engrenages quatre pompes dont la course est de 0m 90 et le diamètre de 0m 083. Elles font 31 coups par minute et refoulent sous un accumulateur de 0m 20 de diamètre et de 1m 20 de course. Son poids

Quand le dock est levé, on fait reposer les plates-formes sur une série de verrous manœuvrés par force hydraulique, de manière à soulager les pistons.

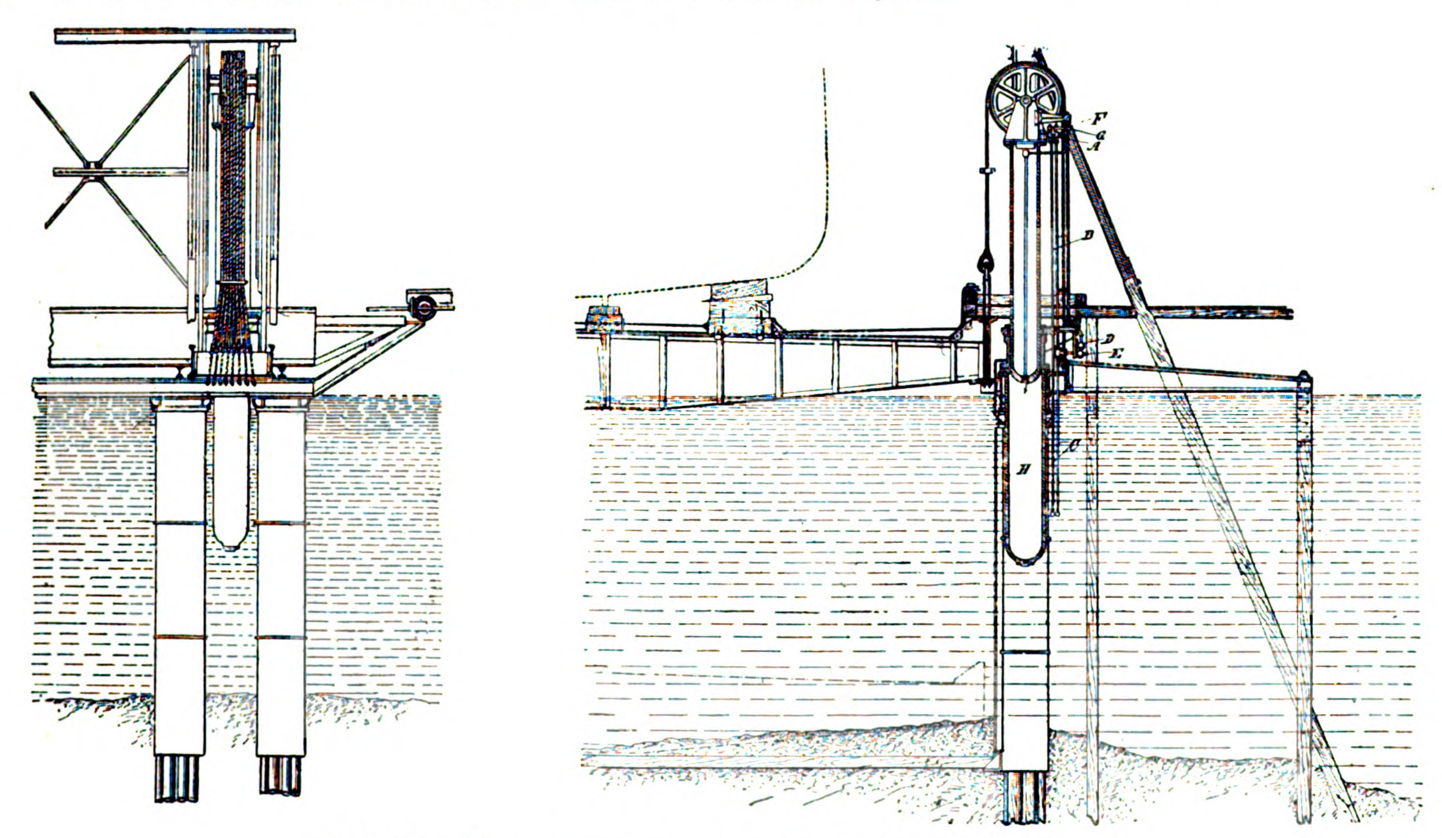


Fig. 2 et 3. — Coupes transversale et longitudinale du dock à manœuvre hydraulique.

Voici les principales dimensions de l'appareil que nous venons de décrire (d'après des renseignements empruntés au *Scientific American*) ;

Longueur totale des longerons	128m05
Longueur totale de la plate-forme à la quille	132m55
Largeur	19m95
Levée maximum	8m70
Capacité maximum de levage	6 000 tonnes.
— — par presse	164 —
Nombre de presses	36
Diamètre des pistons	0m765
Poids total de l'accumulateur	28 tonnes.
Pression pour manœuvrer le dock à vide	19 kilogr. par cent. carré.
Pression pour manœuvrer en charge	87k5
Vitesse de levage en charge	0m08 par minute.

INFORMATIONS

Éclairage électrique des trains.

Un certain nombre de Compagnies de chemins de fer anglaises, parmi lesquelles le Great Northern et le North Bristish, viennent d'adopter un système permettant d'éclairer à l'électricité individuellement chaque wagon, de sorte que, s'il y a séparation des voitures d'un train ou rupture d'attelage, etc., la lumière persiste.

Ce système, expérimenté d'abord pendant plusieurs mois sur le London Tilbury and Southern Railway, consiste à placer sur chaque véhicule une dynamo génératrice et une batterie d'accumulateurs. La dynamo, qui n'absorbe qu'un tiers de cheval, est actionnée au moyen d'une courroie par l'essieu, de sorte que c'est le roulement de la voiture qui produit la lumière. Des variations de vitesse qui, au premier abord, semblent rendre impossible cette disposition, sont compensées sur la dynamo par un appareil très ingénieux qui permet à cette machine de fonctionner au même régime avec des vitesses comprises entre 20 et 80 kilomètres à l'heure; dans ces conditions, le débit de l'électricité reste sensiblement le même, quelle que soit la vitesse du train. Lorsque cette vitesse descend au-dessous de 20 kilomètres, un régulateur rompt le circuit de la dynamo, met les lampes en communication avec la batterie d'accumulateurs et substitue ainsi automatiquement cette seconde source d'électricité à la première. Les accumulateurs sont, d'ailleurs, chargés en route avec une partie du courant de la dynamo.

Ce système d'éclairage donne, paraît-il, de bons résultats. La dépense d'installation sur un wagon de cinq à six compartiments s'élève à environ 1 250 francs. Le poids supplémentaire est de 225 kilogr. et l'excédent de traction emprunté à la locomotive par la dynamo ne dépasse pas un demi-cheval par voiture. Des lampes de 8 bougies éclairent les wagons de première et de deuxième classe, tandis que ceux de troisième classe ne reçoivent que des lampes de 5 bougies. Le garde-frein peut, d'ailleurs, toujours éteindre, quand il y a lieu, la moitié ou la totalité des lampes.

Description de deux nouveaux appareils électriques de démonstration.

I. *Électroscope à trois feuilles d'or.* — Tout le monde connaît l'électroscope à feuilles d'or, l'appareil le plus commode en électricité statique pour déceler l'existence et indiquer la nature de l'électricité dans un corps électrisé; on a même pu, autrefois, l'utiliser comme électromètre en le munissant d'une graduation permettant d'évaluer l'angle d'écart des deux feuilles. D'autre part Volta, par l'addition d'un condensateur, en a fait un instrument assez délicat pour mettre en évidence des différences de potentiel excessivement faibles.

M. Benoist vient encore d'ajouter un perfectionnement important à cet appareil, en augmentant sa sensibilité, et cela d'une façon très simple. Il a eu l'idée de garnir son électroscope de trois feuilles d'or au lieu de deux. Quand l'instrument se charge, la feuille d'or médiane reste dans la verticale et on peut compter très facilement, à partir de ce point de repère fixe, l'angle d'écart des feuilles extrêmes, qui s'élèvent symétriquement de chaque côté de cette verticale. C'est déjà un premier avantage, qui rend plus commode le maniement de l'appareil. De plus, si l'on compare les charges nécessaires pour obtenir un même écart dans l'appareil ordinaire à deux feuilles et dans le nouvel appareil, on trouve, par un calcul très simple, que le rapport de ces quantités d'électricité, que l'on peut considérer comme mesurant les sensibilités relatives des deux instruments, est de :

1,49 pour les écarts très petits;
1,5 pour un écart de 10°;
1,66 pour un écart de 60°.

On voit donc que l'addition de la troisième feuille d'or a pour effet de rendre la sensibilité de l'instrument une fois et demie plus grande, en moyenne. En outre, la limite d'écart des feuilles, dans l'appareil ordinaire, est de 70° : au delà, elles tendent à s'arracher; dans le nouvel électroscope, cette limite est reculée jusqu'à 120°.

M. Benoist recommande de découper les feuilles d'or, de façon qu'elles aient les mêmes dimensions; on les superpose et on les relie ensemble à l'une de leurs extrémités par une petite feuille d'étain; puis on fixe cette dernière à la pince de l'électroscope, comme pour l'appareil ordinaire. La construction n'en est donc guère plus compliquée et l'électroscope à trois feuilles d'or réalise un progrès important dans les recherches d'électricité statique.

II. *Appareil thermo électrique d'électro-dynamique.* — Les expériences d'Ampère sur les courants mobiles sont devenues classiques; pourtant la réalisation de certaines d'entre elles nécessite, à cause des frottements, l'emploi de piles puissantes et, de plus, les équipages mobiles des appareils actuels sont très fragiles. M. Larousse a songé à demander aux courants thermo-électriques une réalisation de ces expériences plus facile que celle que l'on obtient par l'emploi des piles hydro-électriques, en ayant recours aux artifices ingénieux qui ont été imaginés pour arriver à rendre une portion de circuit mobile; en même temps, il a cherché à supprimer les frottements ou, tout au moins, à les rendre négligeables.

Son cadre rectangulaire (fig. 1) se compose de deux parties. La partie horizontale inférieure XY est constituée par la pile elle-même, réduite à un couple cuivre-maillechort soudés ensemble. Aux extrémités de ce barreau peut se fixer un fil de cuivre, plié en rectangle et présentant en O un prolongement que l'on rattache à l'aide d'un fil S à une potence. La partie médiane du barreau-pile porte un prolongement que l'on peut introduire à l'intérieur d'un bec Bunsen ordinaire. La masse additionnelle C est une surface protectrice en carton, papier, feutre, etc., qui enveloppe le barreau. On peut l'humecter d'eau pendant les expériences pour s'opposer à la propagation de la chaleur par conductibilité de ce côté du barreau qui est en maillechort. On a là un cadre très mobile qui est traversé par un courant, dans le sens indiqué par les flèches, lorsque l'on chauffe le barreau.

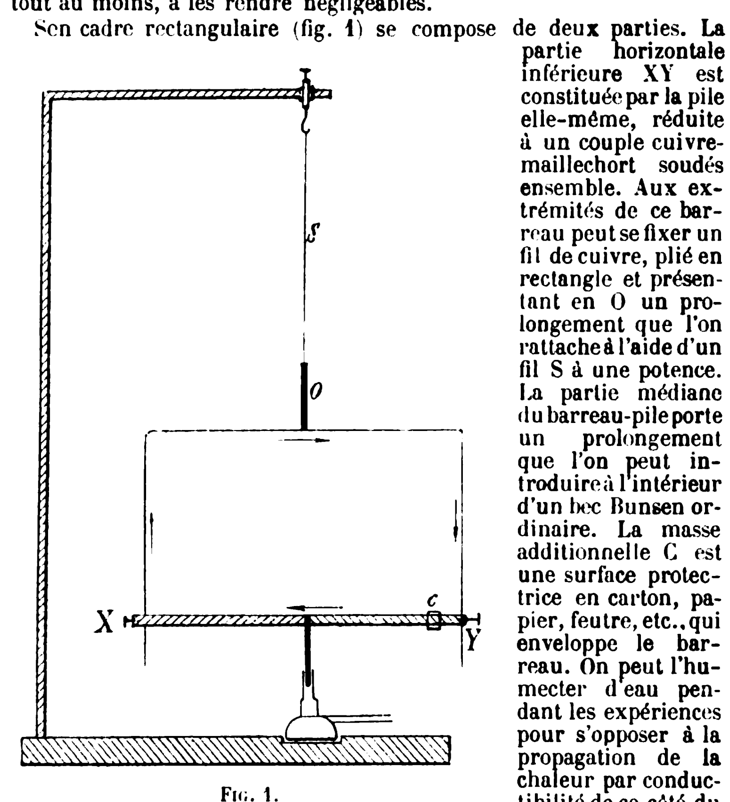


Fig. 1.

Le même dispositif thermo-électrique a pu être appliqué à la construction de solénoïdes et de systèmes astatiques. On peut alors, avec ces courants mobiles, étudier d'une façon complète, très simplement et très rapidement, toutes les actions des courants, des solénoïdes et des aimants entre eux, et aussi l'action de la terre sur les courants mobiles, quels qu'ils soient. Cet appareil thermo-électrique présente ainsi, dans son emploi, de grands avantages sur les appareils ordinaires d'Ampère plus ou moins modifiés.

Eugène Hoffmann,
Préparateur de physique au lycée Michelet.

Conseil supérieur du Travail.

Le Conseil supérieur du Travail s'est réuni la semaine dernière, sous la présidence de M. H. Boucher, ministre du Commerce et de l'Industrie. Dans cette session ont été examinées deux questions intéressantes : l'insaisissabilité des pensions ouvrières et le chômage.

Aux termes du projet d'insaisissabilité des pensions ouvrières, que la Commission du Travail a adopté sur le rapport de M. Georges Paulet, les pensions de retraite constituées au profit d'ouvriers, gens de service, employés et commis ou leurs veuves et enfants, sont insaisissables et incessibles jusqu'à concurrence de 360 francs. Les pensions d'invalidité constituées par les maîtres ou patrons, à la suite d'accidents, ou attribuées dans le même cas par décision judiciaire, sont également insaisissables et incessibles jusqu'à concurrence d'un capital représentatif d'une rente de 570 francs. L'insaisissabilité n'est pas applicable pour les créances postérieures à l'accident.

En ce qui concerne la question du chômage, la Commission du Travail, après la discussion du rapport de MM. Moron, Finance et Keüfer, a adopté le vœu suivant :

Le Conseil supérieur du Travail est d'avis qu'une circulaire ministérielle porte à la connaissance des préfets et des maires les résultats des travaux de secours contre le chômage, entrepris par 114 communes pendant les années 1890 à 1895, avec les observations suivantes auxquelles a donné lieu l'exécution de ces travaux :

1° Les travaux entrepris doivent être des travaux d'utilité générale, mais non urgents, pouvant être ajournés et repris sans préjudice de leur bonne



exécution : construction et entretien des routes et chemins, défrichement, labourage à la bêche, reboisement, curage des cours d'eau, cassage de pierres pour l'entretien des chaussées, etc.;

2° Pour éviter l'encombrement des chantiers par les habitants des localités voisines, exiger une durée déterminée de domicile dans la commune;

3° Donner, dans tous les cas où cela sera possible, la préférence au travail à la tâche. Le travail à la journée exige un surcroît de surveillance, surtout dans les chantiers de secours, et donne presque toujours des résultats inférieurs au travail à la tâche.

D'autre part, lorsque, dans certains cas spéciaux, on est obligé d'avoir recours au travail à la journée, comme on ne peut donner à des chômeurs, ouvriers inhabiles, le prix de journée normal des professionnels, on risque d'encourir le reproche de spéculer sur le chômage pour faire exécuter les travaux au rabais.

Il est nécessaire, dans tous les cas, d'appeler l'attention des administrations intéressées sur la nécessité d'une ferme discipline et d'une grande vigilance ayant pour but de prévenir les abus qui se glissent aisément dans les chantiers de cette nature;

4° Laisser à l'ouvrier le temps de chercher du travail dans l'industrie privée et, pour cela, n'ouvrir les chantiers de secours que six ou huit heures par jour, ou ne faire travailler à journée pleine que par périodes alternatives de trois, quatre ou six jours;

5° La création de chantiers pour chômeurs est préférable à la distribution de secours en nature ou en argent. Les avantages moraux qu'elle présente sont incontestables: elle conserve la dignité de l'ouvrier, qui a la conscience de faire œuvre utile; elle le garde de l'oisiveté, de l'intempérance, et elle permet de combattre efficacement la paresse et la mendicité;

6° Les communes doivent éviter, dans la mesure du possible, d'entreprendre des travaux publics importants lorsque les travaux particuliers sont très actifs; il est préférable qu'elles réservent leur exécution pour les périodes de ralentissement des constructions privées;

7° Un rapport annuel fera connaître les conditions d'exécution des travaux de secours contre le chômage, organisés par les municipalités et les départements.

Le chemin de fer de Mandchourie.

La dépêche suivante de Saint-Pétersbourg résume une ordonnance impériale russe rendue en vue de l'exécution d'un traité qui concède à la Russie les lignes ferrées à établir en Chine, sur le territoire mandchou :

Saint-Pétersbourg, le 23 décembre.

Une ordonnance impériale approuve les statuts de la Société du chemin de fer Est-Chinois pour la construction et l'exploitation d'un chemin de fer sur le territoire chinois, entre la frontière Ouest de la province de He-Loung-Kiang et la frontière Est de la province de Girin, et pour la jonction de cette ligne avec les tronçons que le gouvernement russe construira pour relier le transsibérien avec la ligne ci-dessus désignée.

En conséquence, il se fonde une Société par actions, sous la dénomination de Société du chemin de fer de l'Est-Chinois, et par les soins de la Banque russe-chinoise. Aux termes de la convention passée avec le gouvernement chinois, la durée de l'exploitation est fixée à quatre-vingts ans; les actionnaires de la Société doivent être sujets russes ou chinois. La Société est tenue de commencer les travaux avant le 16 août 1897 et de les conduire de façon que l'achèvement de la ligne soit réalisé dans le délai de six ans.

Le chemin de fer en question partirait, dit-on, d'une des stations de la section transbaïkale du transsibérien, passerait la frontière du Céleste-Empire à Vieux-Tsurukhaïtu, traverserait la Mandchourie dans la direction des villes de Tsitsikhar, Khoulan-Tchen et Ningouta, rejoindrait enfin, à Nikolkaya (section d'Oussuri), la ligne sibérienne.

Ce trajet couvrirait une distance de 2048 kilomètres, dont 1513 sur territoire mandchou.

Varia.

Congrès. — La *Société industrielle de Rouen* organise, pour l'année 1897, un congrès international dont l'objet sera l'examen des meilleures conditons d'hygiène et de production dans les manufactures textiles.

On pourra étudier utilement la ventilation et l'humidification de ces fabriques, qui jouent un rôle si important dans l'industrie nationale, comparer les divers systèmes préconisés, ventilateurs, pulvérisateurs ou évaporateurs, et procéder à des essais sérieux et contrôlés de puissance, de consommation d'eau ou de vapeur, de prix de revient. Des conférences seront faites au congrès par des spécialistes sur les questions de chauffage, de ventilation et d'hygrométrie.

⁂

Concours. — Nous donnons ci-dessous le programme du concours qui sera ouvert, le lundi 25 janvier 1897, pour la chaire de machines agricoles et de constructions rurales à l'Institut national agronomique (le cours comprendra trente leçons) :

1re épreuve. — Exposition verbale d'un projet de programme de cours.

2e épreuve. — Leçon sur une question de mécanique générale, après trois heures de préparation.

3e épreuve. — Leçon sur une question relative aux travaux et aux machines agricoles ou aux constructions rurales, après vingt-quatre heures de préparation.

4e épreuve. — Manipulation comprenant l'emploi des instruments de précision utiles dans les recherches de mécanique agricole.

Le jury déterminera le temps qu'il jugera nécessaire d'accorder pour les exercices pratiques de la 4e épreuve.

Les candidats devront :

1° Se faire inscrire, au moins dix jours avant la date de l'ouverture du concours, au Ministère de l'Agriculture (direction de l'agriculture, bureau de l'enseignement agricole);

2° Justifier qu'ils sont Français ou naturalisés Français, qu'ils ont vingt-cinq ans au moins à l'époque du concours et, s'ils appartiennent à l'armée, qu'ils ont obtenu un congé pour se présenter au concours;

3° Faire connaître leurs titres et travaux scientifiques.

Ces titres et travaux scientifiques compteront comme élément d'appréciation, pour une valeur que le jury aura à déterminer.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance annuelle publique du 21 décembre 1896.

Présidence de M. A. Cornu, Président.

M. A. Cornu, Président, prononce un important discours dans lequel il retrace d'abord l'historique de la découverte du professeur Rœntgen qui a été, pour le public comme pour les savants, l'événement scientifique de l'année.

L'étude désintéressée des grands phénomènes de la nature, dit M. Cornu, a eu souvent le privilège de conduire à des résultats considérables dans des directions bien éloignées de celles que le public croyait apercevoir, parfois aussi de celles que les chercheurs eux-mêmes avaient primitivement en vue.

Telle est, en effet, l'histoire des découvertes de Volta, d'Ampère et de Faraday étudiant la production ou la transformation de l'électricité sur des phénomènes minuscules; de celles de Lavoisier, Gay-Lussac, Schwann, Cagniard-Latour étudiant la fermentation de la bière, de Pasteur suivant patiemment le développement de ces êtres microscopiques dans les générations dites spontanées, dans les maladies des vins ou des vers à soie.

Qui aurait pu prévoir qu'un jour viendrait où ces découvertes arriveraient à changer la face du monde, à modifier les conditions sociales, à démontrer que ces infiniment petits sont l'un des facteurs les plus redoutables de la vie humaine ?

L'année qui vient de s'écouler nous offre précisément un exemple d'un de ces résultats surprenants, dont le point de départ était bien modeste, mais dont les conséquences ont pris une ampleur et une importance exceptionnelles : il s'agit de la découverte du professeur Rœntgen.

Pour trouver le premier germe du développement des rayons X, il faut remonter jusqu'au milieu du siècle dernier. Les expériences de Franklin avaient frappé les imaginations, et les leçons de l'abbé Nollet, maître de physique du dauphin, excitaient un vif intérêt. Son expérience des aigrettes dans le vide était l'une des plus curieuses par le volume et l'éclat que revêt alors l'effluve lumineux produit par la machine électrique.

Pendant plus d'un siècle, rien de nouveau n'est ajouté à l'analyse de ce phénomène, et c'est seulement en 1843 qu'Abria, de Bordeaux, eut l'idée de faire passer la décharge induite à travers l'œuf électrique. Il reconnut qu'à un certain degré de vide, la belle lueur violette diffusée dans tout le globe devient stratifiée; de plus, la boule positive présente toujours une aigrette, la boule négative une sorte de gaine obscure : c'est cette gaine qui jouera bientôt le rôle décisif.

Après Abria, la décharge stratifiée, excitée avec des appareils électriques plus puissants, est étudiée en Angleterre et en Allemagne par Gassiot, Warren de la Rue, Spottiswoode, Hittorf et Crookes; la forme du globe prend définitivement celle d'une ampoule allongée, munie de deux électrodes qui remplacent les deux tiges de l'œuf électrique; l'électrode négative est désormais nommée *cathode*.

M. Crookes chercha ce que deviendrait la décharge électrique en poussant la raréfaction des gaz à l'extrême dans l'ampoule. Il observa alors une série de phénomènes nouveaux : à mesure que le vide augmente, la gaine obscure de la cathode grandit; quand elle remplit tout l'espace, le verre de l'ampoule devient fluorescent, surtout à l'opposite de la cathode. M. Crookes voit dans ce phénomène la confirmation de ses idées théoriques sur l'état de la matière dans les gaz raréfiés : pour lui, ce sont les molécules de ces gaz, repoussées par l'électricité négative, qui bombardent le fond de l'ampoule et par leurs chocs font jaillir ces lueurs. Il institue alors une série d'expériences fort curieuses pour démontrer l'existence de ces projectiles : ici, il les arrête par un écran intérieur en aluminium; l'ombre de l'écran se peint alors au fond du tube. Ailleurs, il emploie leur impulsion à faire tourner un moulinet; enfin, dans un dispositif spécial qu'on appellera plus tard le *tube focus*, il dirige les feux convergents de cette artillerie invisible sur un point déterminé, véritable foyer où les corps réfractaires, le rubis, le platine, jettent un éclat éblouissant.

Ces brillantes expériences firent pendant quelque temps une vive impression, mais le tube de Crookes tomba bientôt dans l'oubli.

Herz, guidé par d'autres vues, le reprend et vérifie que le bombardement moléculaire traverse l'écran d'aluminium enfermé dans l'ampoule, quand il n'est pas trop épais. Le phénomène devint encore plus intéressant quand M. Philipp Lénard fit sortir dans l'air ces rayons cathodiques jusque-là confinés dans le vide, en perçant l'ampoule d'une très petite fenêtre fermée par une lame mince d'aluminium. Les radiations filtrées à travers cette singulière vitre excitent la fluorescence, impressionnent les plaques photographiques, déchargent les corps électrisés et même traversent une feuille de papier noirci.

Malheureusement, les appareils de M. Lénard étaient complexes et délicats à manier; ils ne fournissaient qu'un mince faisceau de ces rayons si curieux. Le hasard mit aux mains de M. Rœntgen l'appareil définitif, simple et puissant : un tube de Crookes, enfermé dans une boîte de carton, fut mis en action au fond d'un laboratoire obscur; une plaque fluorescente se trouvait par hasard à côté, elle s'illumina. M. Rœntgen en conclut immédiatement que les radiations cathodiques d'un simple tube de Crookes sont assez intenses pour traverser



l'ampoule de verre et le carton épais. La photographie à travers les corps opaques était inventée.

On sait le reste[1]. M. Rœntgen constitua bientôt une méthode d'investigation des plus précieuses dont la chirurgie et la pathologie ont déjà largement bénéficié.

M. Cornu termine sa remarquable étude historique des rayons Rœntgen en signalant une de leurs propriétés, qui leur donne un intérêt théorique considérable. Les rayons cathodiques, ayant la propriété de décharger les corps électrisés, de revêtir eux-mêmes une sorte de charge électrique qui les rend sensibles à l'action des aimants, ajoutent un lien nouveau entre la lumière et l'électricité.

C'est dans la voie des recherches entre les relations de ces deux agents qu'ont été dirigées les méditations du grand physicien, M. Fizeau, que l'Académie a perdu il y a quelques mois. La science lui est redevable d'admirables méthodes embrassant le domaine entier de la philosophie naturelle : vitesse de la lumière, vitesse de l'électricité, entraînement des ondes lumineuses par la matière pondérable.

Dans le domaine de l'astronomie, M. Cornu rappelle ensuite la mort imprévue de M. Félix Tisserand, directeur de l'Observatoire de Paris.

L'année a vu également disparaître : MM. J. Reiset, agronome éminent; le docteur Sappey; Daubrée, initiateur de la géologie expérimentale; Résal, à qui la mécanique théorique et appliquée doit tant d'idées originales; le botaniste et micrographe Trécul.

M. Cornu rappelle enfin les titres de M. Antoine d'Abbadie, à qui l'Académie a décerné, cette année, la médaille Arago. Une seconde médaille Arago a été offerte à M. le professeur William Thomson, aujourd'hui lord Kelvin, à l'occasion de la solennité organisée pour fêter la cinquantième année de son élection comme professeur de philosophie naturelle à l'Université de Glasgow.

PRIX. — Parmi les prix décernés par l'Institut, pour l'année 1896, nous signalerons les suivants :

Mécanique. — Prix Montyon, à M. Parenty, directeur des Manufactures de l'État : *Recherche de moyens industriels, propres à jauger le débit des fluides par l'évaluation des pressions extrêmes*; M. Sarrau, rapporteur.

Prix Plumey, à M. Marbec, sous-Ingénieur de la Marine : *Sur quelques principes de mécanique graphique applicables aux machines;* M. Sarrau, rapporteur.

Chimie. — Prix Jecker, partagé entre MM. Matignon, Auger, Bouveault et Genvresse; M. Friedel, rapporteur.

Minéralogie et géologie. — Prix Vaillant (Question proposée en 1894 et remise au concours de 1896), à M. Guye, professeur à l'Université de Genève : *Étude des causes physiques et chimiques qui déterminent l'existence du pouvoir rotatoire dans les corps transparents, surtout au point de vue expérimental;* M. Friedel, rapporteur.

Prix Vaillant (Question proposée pour 1896), à M. Ch. Lallemand, Ingénieur des Mines : *Perfectionnement théorique ou pratique dans les méthodes relevant de la géodésie ou de la topographie;* M. Bassot, rapporteur.

M. Lallemand a puissamment contribué, grâce aux méthodes ingénieuses qu'il a réalisées et aux instruments qu'il a perfectionnés, à réduire les erreurs des nivellements de précision, à une limite qu'on ne peut guère espérer voir dépassée.

Prix Fontannes, à M. Douvillé, Ingénieur des Mines, pour ses nombreux travaux stratigraphiques; M. Albert Gaudry, rapporteur.

Géographie physique. — Prix Gay, à M. André Delebecque, Ingénieur des Ponts et Chaussées, pour son *Atlas des lacs français;* M. Grandidier, rapporteur.

Prix généraux. — Prix Montyon (*Arts insalubres*), à M. Émile Cacheux, Ingénieur des Arts et Manufactures, pour ses remarquables et utiles travaux sur *l'Hygiène ouvrière et le Sauvetage*; M. Arm. Gautier, rapporteur.

M. Cacheux s'est, depuis 1870, entièrement consacré aux questions relatives à l'amélioration du sort des travailleurs. Il a publié, avec M. Émile Muller, un ouvrage sur *les Habitations ouvrières en tous pays*, qui a obtenu une médaille d'or à l'Exposition de 1878 et un prix à l'Académie des Sciences morales et politiques. Passant de la théorie à l'exécution, M. Cacheux a fait construire, dans les faubourgs et la banlieue de Paris, des habitations ouvrières suivant le système de Mulhouse, combiné avec celui des *Building Societies* anglaises, où de nombreuses familles d'ouvriers vivent dans de petits logements bien aérés et construits suivant les règles d'une hygiène bien comprise.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVIII, nos 14, 15, 16 et 18.

Depuis 1888, M. Cacheux a, en outre, organisé plusieurs Congrès de sauvetage et, dans son récent ouvrage *Le Sauvetage en France et à l'étranger*, il a publié l'ensemble de ses observations et des documents qu'il a recueillis au cours de ses voyages en Europe.

Prix Trémont, à M. Charles Frémont, Ingénieur civil, pour l'ensemble de ses expériences sur le travail des métaux, notamment sur l'opération du poinçonnage, sur les efforts qu'il exige, les forces et les déformations qu'il produit à l'intérieur du métal [1]. M. Maurice Lévy, rapporteur.

Prix Jean Reynaud, à M. Henri Poincaré, membre de l'Académie des Sciences; M. Joseph Bertrand, rapporteur.

Prix Tchihatchef, au prince Henri d'Orléans, pour ses importantes explorations sur le continent asiatique; M. Grandidier, rapporteur.

Prix Houllevigue, à M. Joannis, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, pour ses études et ses recherches en chimie; M. Berthelot, rapporteur.

Prix Cahours, partagé entre MM. Freundler, Lebeau, Hébert et Varet; M. Friedel, rapporteur.

BIOGRAPHIE. — M. Berthelot, Secrétaire perpétuel, lit une Notice historique sur Ernest-François Mallard, Membre de l'Institut.

François-Ernest Mallard, né en 1833, entra à l'École Polytechnique en 1851, et à l'École des Mines en 1853. En 1859, il fut chargé, à l'École des Mines de Saint-Étienne, d'un enseignement comprenant : l'exploitation des mines, la géologie, la minéralogie et la physique. Il eut l'occasion d'y étudier le grisou, et cette question le préoccupa jusqu'à la fin de sa vie. En 1869, il fit un voyage en Italie pour y étudier les régions du Vésuve et de l'Etna, puis, l'année suivante, il partit pour le Chili afin d'y examiner les mines de la Société de Vallenar. A son retour en France, il entra à la manufacture d'armes de Saint-Étienne : pendant la guerre de 1870 il fut nommé Ingénieur en chef du Génie civil par le Gouvernement de la Défense nationale. Appelé en 1872 à la chaire de minéralogie de l'École nationale des Mines, il y inaugura une nouvelle méthode pour enseigner la cristallographie. En 1890, il fut nommé membre de l'Académie des sciences.

Les travaux scientifiques de Mallard appartiennent à deux catégories principales : travaux en participation, tels que ceux de la carte géologique de France et des commissions du grisou, et travaux personnels, tels que ses recherches et ses théories cristallographiques.

Il débuta par des études de géologie, puis se livra à d'intéressantes recherches sur le grisou; il définit les règles nécessaires pour rendre efficace la protection de la lampe de Davy modifiée; il précisa les conditions de l'inflammabilité du grisou et de la protection contre ce terrible ennemi des mineurs.

Les recherches de Mallard exécutées avec la collaboration de M. Le Châtelier, constituent un ensemble remarquable d'études sur les propriétés des gaz : chaleur spécifique des gaz simples et composés, et ses variations.

Ce fut Mallard qui préconisa l'emploi, dans les mines, des explosifs à base d'azotate d'ammoniaque, aujourd'hui en usage dans la plupart des exploitations.

Mais c'est en cristallographie que ses plus belles découvertes, d'ordre personnel, ont été accomplies : théories des groupements pseudo-symétriques, de la polarisation rotatoire, des propriétés physiques des mélanges isomorphes, du polymorphisme; réduction en principe de tous les systèmes cristallins à un seul, le système cubique.

Toutes ces découvertes devaient être présentées dans un ouvrage général, un traité de cristallographie, où Mallard se proposait d'exposer cette science tout entière, coordonnée et renouvelée au point de vue de ses idées fondamentales, lorsque la mort est venue le surprendre à l'improviste, au moment où il travaillait au troisième et dernier volume, consacré à la théorie de la structure et de la cristallogénie.

E. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVIII, n° 20, p. 313 et t. XXX, n° 7, p. 104; n° 8, p. 117.

BIBLIOGRAPHIE

Jahrbuch der Elektrochemie. Berichte über die Fortschritte des Jahres 1895, par les Docteurs W. Nernst et W. Borchers. — Un volume in-8° de 300 pages avec 197 figures dans le texte. — W. Knapp, éditeur, à Halle, 1896. — Prix : broché, **12** marks.

Les publications du Dr Borchers sur l'électro-chimie sont des plus intéressantes. Le *Jahrbuch* paraît périodiquement : il rend compte de toutes les recherches et de tous les travaux se rapportant aux applications de l'électricité à la chimie et à la métallurgie; il contient souvent des travaux originaux. Dans cette branche de l'industrie où on voit apparaître chaque année tant de procédés nouveaux qui ont la prétention d'avoir une portée industrielle et qui, souvent, ne reposent que sur des essais de laboratoire ou même simplement sur des conceptions théoriques, on est heureux d'avoir au milieu de ce fouillis les appréciations d'un homme aussi compétent que le Dr Borchers; on doit le féliciter de n'avoir pas adopté le système de compte rendu pur et simple auquel d'autres auteurs s'astreignent sous prétexte d'impartialité, de donner franchement son avis sur les brevets sans valeur et sur les projets impraticables qui lui passent sous les yeux.

Le *Berichte über die Fortschritte*, qui paraît annuellement, résume les nouveautés de l'année précédente. Le volume de 1896 comprend deux parties : la première scientifique, où le Dr Nernst rend compte des recherches théoriques sur l'électrolyse, et une partie technique beaucoup plus développée, faite par le Dr Borchers.

On ne peut résumer de pareils livres qui sont eux-mêmes la réunion d'un grand nombre d'études extrêmement condensées. Nous nous contenterons d'énumérer ici les sujets traités, en indiquant par quelques mots ceux qui peuvent avoir le plus d'intérêt au point de vue industriel :

1° Production du courant, accumulateurs;

2° Préparation électro-magnétique des minerais (appareil d'Ardens opérant par chute sur une série d'aimants sans organes mobiles); — Appareil de Mackinnon, avec toile métallique de transport magnétisée d'une façon intermittente par des bobines placées dans les rouleaux qui la portent; — Trommel-séparateurs de Buchanan, utilisant à la fois l'attraction magnétique et la force centrifuge;

3° Procédés de chauffage par l'électricité (appareils divers pour produire le chauffage d'une pièce métallique intercalée dans le courant); — Appareil de Burton et Angell pour le chauffage par les procédés de Lagrange et Hoho, où la barre métallique est plongée dans une dissolution de soude, le courant passant du métal au liquide et la résistance qui détermine l'échauffement étant constituée par la gaine de gaz qui se produit entre les deux; — Fours électriques à arc; — Creuset de Thwaite et Allen; — Chalumeau électrique de Zerener, etc.;

4° Préparation des métalloïdes (production de l'hydrogène ou du mélange détonant pour éclairage et pour moteurs); — Appareils d'ozonisation, préparation du phosphore, préparation de l'antimoine pur par l'électrolyse des sulfures doubles solubles;

5° Extraction des métaux (recherches de Oettel sur la préparation du magnésium par l'électrolyse de la carnallite); — Procédés de précipitation de l'or; — Procédés et appareils nouveaux de Mœbius pour l'affinage des alliages d'or et d'argent; — Procédés d'extraction du zinc et de galvanisation électrolytique;

6° Industries chimiques (procédés de fabrication des alcalis, du chlore et du chlorate); — Appareils à électrode filtrante de Hargreaves et Bird, de Hulin, dans lesquels les produits de l'électrolyse traversent la cloison conductrice sur laquelle ils se déposent, de manière à être immédiatement isolés du liquide; — Appareils à cloche de Kellner, où le mercure en mouvement sert de cathode; — Appareil de Bein pour éviter l'emploi de diaphragmes poreux, etc.;

7° Applications aux matières organiques (procédés de Kellner, pour le blanchissage et la désinfection. — Étude sur les procédés de tannage électrique).

Chaque chapitre se termine par une liste complète des brevets pris en Allemagne, en Angleterre et en Amérique.

U. L.

Le Gérant : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 10. N° 761. Samedi 9 Janvier 1897.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Architecture** : Le tombeau de M. Pasteur à l'Institut Pasteur. Description de la crypte et cérémonie de la translation du corps, p. 145 ; Ch. Talansier. — **Électricité** : Transmission de la puissance motrice à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer (*suite*), p. 149 ; G. Dumont et G. Baignères. — Nouveau type de dynamo à courants continus, p. 150. — **Travaux publics** : Drague hydraulique à succion pour l'amélioration des passes du Mississipi (*planche X*), p. 151 ; Ch. Dantin. — **Chemins de fer** : Les progrès récents du Canada et l'influence du développement des chemins de fer, p. 153. — **Congrès** : Société des Ingénieurs civils de France. Congrès de 1896, p. 155 ; G. Baignères. — **Chimie industrielle** : Appareil pour la production simultanée du gaz d'éclairage et du sulfate d'ammoniaque, p. 156. — **Jurisprudence** : Chronique de jurisprudence, p. 158 ; Louis Rachou. — **Informations** : Les chapes imperméables sur les ponts en maçonnerie, p. 158 ; — Production de minerais de manganèse en Russie, p. 159. — Varia, p. 159.

Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences, séance du 28 décembre 1896, p. 160.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 160.

Planche X : Drague suceuse pour la *Missisipi River Commission*.

ARCHITECTURE

LE TOMBEAU DE M. PASTEUR
à l'Institut Pasteur.

Au moment de la mort de M. Pasteur (28 septembre 1895) [1], il avait été décidé que son corps reposerait au sein même de l'Institut qu'il avait fondé. Après les obsèques nationales qui furent célébrées à Notre-Dame le 5 octobre [1], le cercueil fut déposé dans un caveau provisoire, à l'intérieur de la cathédrale, en attendant la construction de la crypte où devait avoir lieu l'inhumation définitive.

La famille de M. Pasteur, qui a tenu à faire élever elle-même le tombeau de l'illustre savant, en avait confié l'exécution à M. Ch. Girault, l'éminent architecte qui a été depuis lors chargé de l'édification des deux nouveaux palais des Champs-Élysées. Ce monument est aujourd'hui complètement terminé, et la translation des restes de M. Pasteur y a été effectuée le 26 décembre dernier. Il constitue une



Fig. 1. — La crypte de l'Institut Pasteur : Vue intérieure.

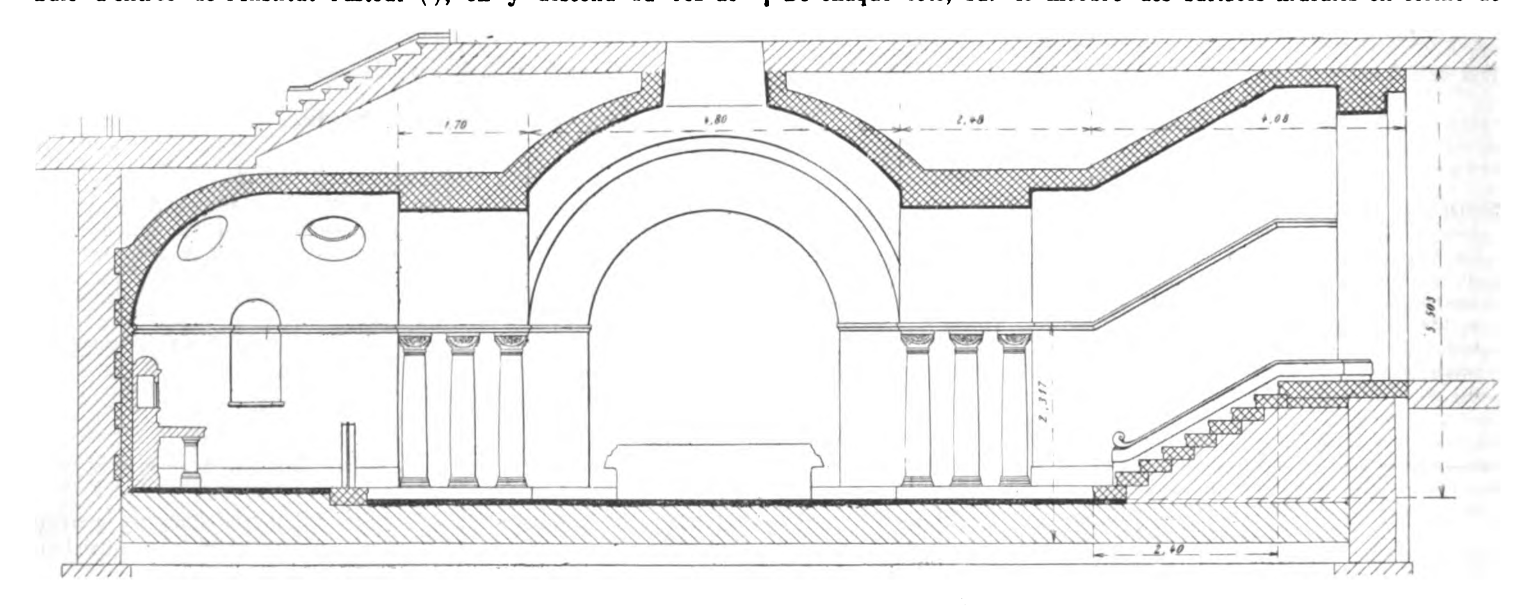
(D'après une photographie de M. Chevojon.)

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVII, n° 23, p. 357.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVII, n° 24, p. 386.

œuvre très remarquable, dont nous nous proposons de donner ici une description succincte.

La crypte (fig. 1, 2, 3 et 4) est située au-dessous du grand vestibule d'entrée de l'Institut Pasteur (1); on y descend du rez-de-chaussée par un escalier de neuf marches. Elle mesure environ 16 mètres de longueur sur 4m 50 de largeur.



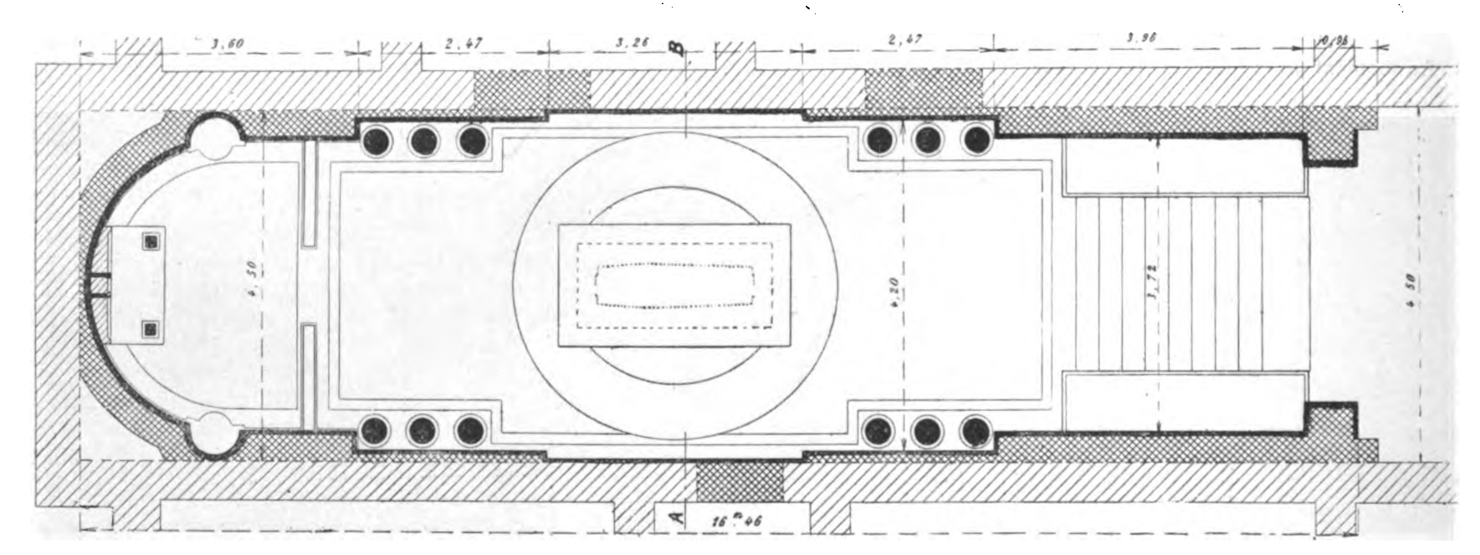


Fig. 2 et 3. — La crypte de l'Institut Pasteur : Coupe longitudinale et plan.

La partie centrale, qui forme dais au-dessus du sarcophage, est une coupole sur plan rectangulaire, dont les arcs-doubleaux retombent sur quatre groupes de trois colonnes en porphyre à chapiteaux d'ordre ionique. En avant de cette coupole est une voûte rampante qui suit l'inclinaison des degrés de l'escalier. De l'autre côté se trouve une petite chapelle formant l'abside de la crypte.

Toutes les voûtes sont recouvertes, à la façon byzantine, de riches mosaïques à fond d'or. Dans leur ornementation, l'architecte a rappelé, sous forme de motifs décoratifs, les principales découvertes du Maître : la vigne, le houblon et le mûrier s'étalent sur les surfaces des arcs doubleaux, encadrant divers groupes d'animaux. Quant aux surfaces murales, elles sont recouvertes de lambris de marbres clairs.

Dès l'entrée, sur la voûte rampante qui descend à la crypte, se détache cette inscription empruntée au célèbre discours de réception de M. Pasteur à l'Académie française :

HEUREUX CELUI QUI PORTE EN SOI UN DIEU,
UN IDÉAL DE BEAUTÉ ET QUI LUI OBÉIT :
IDÉAL DE L'ART, IDÉAL DE LA SCIENCE, IDÉAL DE LA PATRIE,
IDÉAL DES VERTUS DE L'ÉVANGILE.

Tout autour et à la naissance des voûtes, des arceaux formés de branches de chêne et de laurier, des palmes et des fleurs de pavot contribuent à la décoration de cette partie du monument.

Sous le premier arc-doubleau précédant la coupole, les motifs décoratifs comprennent : à gauche, un groupe de chiens furieux (fig. 5), symbolisant la rage; à droite, un groupe de lapins au repos (fig. 6), symbolisant le traitement préventif de ce mal terrible: au centre, la reproduction de l'épisode bien connu du berger Jupille terrassant un chien enragé.

(1) Voir *le Génie Civil*, t. XIV, n° 4, p. 49.

La coupole elle-même est décorée de quatre belles figures ailées, dessinées par M. Luc-Olivier Merson et exécutées également en mosaïques, qui représentent la Foi, l'Espérance, la Charité et la Science. De chaque côté, sur le marbre des surfaces murales en forme de plein cintre, ont été gravées des inscriptions rappelant les dates mémorables des principaux travaux de M. Pasteur. Sur la plaque de gauche, qu'encadrent des branches de mûrier et que surmonte un médaillon représentant un métier à tisser la soie, on lit : 1848, *Dissymétrie moléculaire ;* 1857, *Fermentations ;* 1862, *Générations dites spontanées ;* 1863, *Études sur le Vin :* 1865, *Maladies des Vers à soie.* De même, sur la plaque de droite, encadrée de branches de vigne et surmontée d'un médaillon représentant une cuve à vendanges, sont

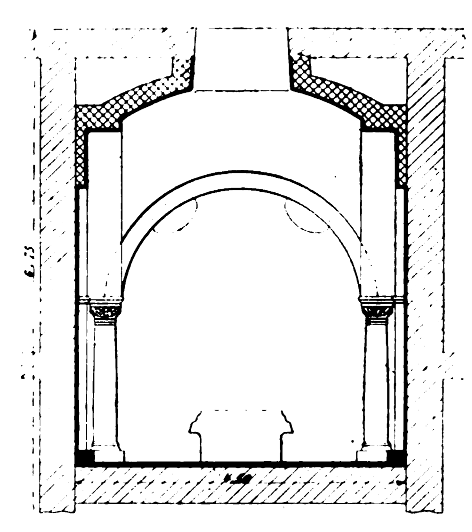
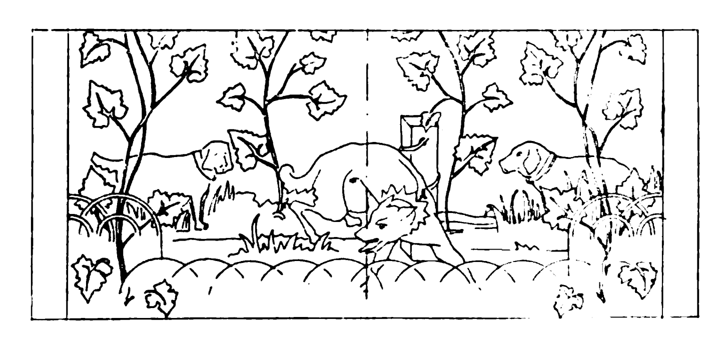


Fig. 4. — La crypte de l'Institut Pasteur : Coupe transversale suivant AB.

inscrites ces autres dates: 1871, *Études sur la Bière;* 1877, *Maladies virulentes;* 1880, *Virus Vaccins;* 1885; *Prophylaxie de la Rage.*

Le second arc-doubleau, c'est-à-dire celui situé entre la coupole et l'abside, est décoré dans le même genre que le premier: à gauche, des coqs et des poules, à droite, des moutons, enfin, au centre, des vaches au repos rappellent les travaux du Maître sur le choléra des poules et le charbon.

La petite chapelle absidale est séparée de la partie centrale de la crypte par des dalles de marbre posées verticalement et formant ba-



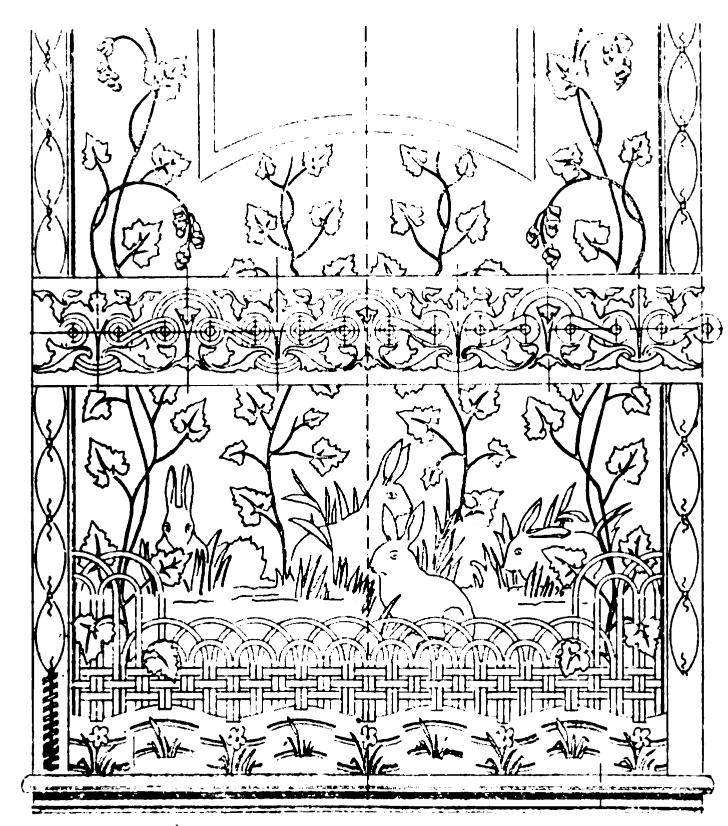


Fig. 5 et 6. — La crypte de l'Institut Pasteur : Motifs de décoration du premier arc-doubleau.

lustrade; elle contient un autel en marbre blanc. Sa voûte, en cul-de-four, est percée de quatre œils-de-bœuf; la décoration, toujours en mosaïques, en est très simple et est formée d'arcades à travers lesquelles passe une silhouette de paysage tranquille, brochée de branches d'olivier. Au sommet de l'abside se détache une grande croix; puis, au-dessus de l'autel, dans un arc de cercle est figurée la colombe céleste, dirigeant son vol vers la terre, et, de chaque côté, sont gravées les deux lettres grecques *alpha* et *oméga*. Enfin, sur la gauche de l'abside, on lit l'inscription suivante :

CE MONUMENT FUT ÉLEVÉ EN MDCCCXCVI
A LA MÉMOIRE DE PASTEUR
PAR LA PIÉTÉ DE SA VEUVE ET DE SES ENFANTS.
CHARLES-LOUIS GIRAULT COMPOSA L'ARCHITECTURE ET LA
DÉCORATION; IL DIRIGEA LES TRAVAUX.
LUC-OLIVIER MERSON DESSINA LES FIGURES
DE LA COUPOLE.
AUGUSTE GUILBERT-MARTIN EXÉCUTA LES MOSAÏQUES.

Le sarcophage, très bas et très simple, est placé au milieu, sous la coupole. Il est taillé dans un magnifique bloc de porphyre bleu sombre de Suède (genre Labrador). Sur la dalle qui forme couvercle et qui pèse à elle seule près de trois mille kilogr. sont gravées ces deux seules inscriptions: Louis Pasteur; 1822-1895.

Le dallage en mosaïque de la crypte figure une grande couronne de feuilles de chêne et de laurier tout autour du sarcophage.

La lumière du jour pénètre d'une façon très discrète dans ce monument par une ouverture pratiquée au sommet de la coupole et par les quatre œils-de-bœuf percés dans la voûte de l'abside. Toutes ces ouvertures sont garnies de plaques d'onyx qui tamisent la lumière en l'atténuant.

L'arcade d'entrée de la crypte, — sur le bandeau extérieur de laquelle se détache cette simple inscription : Ici repose Pasteur, — est clôturée par une grille en fer forgé permettant de voir l'intérieur du monument; mais en temps ordinaire elle sera complètement fermée par des lambris pleins en menuiserie. Cette grille, d'un dessin très pur et d'un magnifique travail, a été exécutée, d'après les cartons de M. Ch. Girault, dans les ateliers de M. Marc Taillandier, Ingénieur des Arts et Manufactures.

Les revêtements de la crypte sont en marbre de Paonazzo (blanc ivoire veiné de noir violacé); au-dessus est une frise en marbre vert de mer. Les colonnes sont partie en porphyre vert, partie en porphyre rouge. Les chapiteaux, la cimaise, l'autel, la balustrade, les marches, etc., sont en marbre blanc. Tous ces marbres ont été fournis et posés par la Société marbrière d'Avesnes. Le sarcophage a été exécuté par M. Bourdon.

Le monument que nous venons de décrire est d'un très beau style et peut compter parmi les plus remarquables spécimens d'architecture qui aient été produits depuis longtemps. On ne saurait trop louer l'artiste qui l'a conçu et qui en a préparé et dirigé l'exécution jusque dans les moindres détails; M. Ch. Girault a étudié et dessiné lui-même d'après nature tous les motifs de décoration, qui ont été traduits ensuite en mosaïques par M. Guilbert-Martin. Une entière harmonie règne dans cette œuvre, une impression tout à la fois de grandeur et de simplicité se dégage de son ensemble, et ce monument constitue, sous tous les rapports, une sépulture vraiment digne de l'homme illustre qui y repose maintenant.

Ch. Talansier.

Cérémonie de Translation du Corps de M. Pasteur dans la Crypte de l'Institut Pasteur.

L'inhumation définitive du corps de M. Pasteur a eu lieu le 26 décembre, à 10 heures du matin. A l'issue d'un service religieux célébré à Notre-Dame, dans l'intimité de la famille, le cercueil qui était resté déposé dans la cathédrale depuis les obsèques nationales, a été transporté dans un fourgon funéraire, à l'Institut Pasteur.

Dans la salle de la Bibliothèque se trouvaient réunis : le Conseil d'administration de l'Institut Pasteur; les délégués des principales Sociétés scientifiques et médicales d'Angleterre; les représentants du Président de la République; MM. Loubet et Brisson, présidents du Sénat et de la Chambre des députés; Méline, président du Conseil des ministres; Rambaud, ministre de l'Instruction publique; le préfet de la Seine; le préfet de Police; les présidents du Conseil général de la Seine et du Conseil municipal de Paris; des délégations des grands corps de l'État et des principaux corps savants, etc. Les invités étaient reçus par MM. Duclaux, directeur, et Roux, sous-directeur de l'Institut Pasteur.

Le cercueil a été porté dans la crypte dont nous donnons plus haut la description. Le vestibule qui y donne accès avait été simplement orné avec de superbes couronnes envoyées par les Sociétés médicales et chirurgicales de Londres, l'Institut bactériologique de Moscou, la Société médicale de Tiflis, l'École Polytechnique, l'École Centrale des Arts et Manufactures, l'École des Chartes, etc.

Après les dernières bénédictions du clergé, M. J.-B. Pasteur, fils de l'illustre savant, s'est adressé dans les termes suivants, aux membres du Conseil de l'Institut Pasteur :

Nous vous confions le tombeau de mon père; nous le confions à vous, à ceux qui furent ses disciples et à tous ceux qui se succéderont dans cette maison.

M. J. Bertrand, président du Conseil de l'Institut Pasteur et secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, a répondu :

Le Conseil et le Directeur de l'Institut Pasteur remercient la famille de l'illustre fondateur.

Les pieuses reliques qu'elle a voulu leur confier accroîtront la vénération qui doit entourer à jamais cette maison, qu'au moyen âge on aurait nommée Maison-Dieu.

Je ne veux rien ajouter.

Lorsque des pèlerins de toutes les parties du monde viendront ici saluer la mémoire d'un bienfaiteur de l'humanité, on les conduira sous cette voûte, admirable par les chefs-d'œuvre de l'art : ils y liront le nom de Pasteur. On n'aura rien de plus à leur dire.

Quand on a prononcé ce grand nom, on peut se recueillir en silence dans la contemplation des souvenirs qu'il éveille et des graves pensées qu'il inspire.

M. Rambaud, ministre de l'Instruction publique, a ensuite prononcé, au nom du Gouvernement, un remarquable discours que nous reproduisons ici *in extenso* :

Il y a un an, les représentants des pouvoirs publics et les délégués des corps savants, français et étrangers, accompagnaient à Notre-Dame le char funèbre

de Pasteur, parmi les sympathies douloureuses de tout un peuple et, on peut bien le dire, de tout l'univers civilisé.

Aujourd'hui, ce n'est pas à un deuil public que nous assistons : c'est, après les fêtes inoubliables de son jubilé de 1892, à l'apothéose d'un grand homme entré de son vivant dans l'immortalité ; c'est à la première manifestation solennelle de la postérité déjà commencée pour lui.

Le 5 octobre 1895, pour obéir à un vœu exprimé par la famille du glorieux défunt, le représentant du Gouvernement a pris seul la parole et l'éloge de Pasteur a été prononcé par mon éminent prédécesseur avec une ampleur, avec une précision dans le détail scientifique, avec une élévation de pensée, dont vous avez tous gardé le souvenir (1).

Aujourd'hui, c'est aux corps savants, c'est aux confrères, aux émules et aux disciples de Pasteur qu'il appartient de dire ce que furent ses travaux et quelle profonde révolution ils ont provoquée dans toutes les branches de la science.

J'ai seulement pour mission d'apporter, au nom du Gouvernement de la République, l'expression de la reconnaissance nationale envers un Français qui a rendu à la France plus de services qu'aucun peuple n'en a jamais reçu d'un de ses enfants.

C'est grâce à Pasteur que notre Midi a pu enrayer les fléaux qui ravageaient les magnaneries ; c'est grâce à lui que des millions d'agriculteurs ont pu lutter contre ceux qui dévastaient leurs étables et leurs basses-cours ; c'est grâce à lui que de puissantes industries, comme celle des vins et celle de la bière, ont passé de la période purement empirique à la période vraiment scientifique de leur activité, ont pu se rendre compte de ce qu'elles faisaient et apprendre ce qu'elles avaient à faire, et s'initier aux lois scientifiques qui président à leurs opérations.

Non seulement les découvertes de Pasteur ont affirmé ou accru dans de notables proportions la richesse nationale, mais la vie des hommes s'est trouvée assurée contre des maladies dont la nature même était ignorée et auxquelles personne ne connaissait de remèdes.

Certes, l'humanité doit à Jenner une éternelle reconnaissance, et l'on a pu dire qu'il avait sauvé plus de vies humaines que les conquérants de son temps n'en avaient détruit. Mais sa découverte était restée à l'état de fait d'expérience. Pasteur en a fait une théorie dont les conséquences, dès le début, nous sont apparues comme incalculables. Après la découverte du vaccin contre le charbon, le monde entier a été ébranlé par l'annonce d'une découverte encore plus surprenante, celle du vaccin antirabique. Au laboratoire de la rue d'Ulm, on a vu accourir des milliers d'êtres humains, attirés des extrémités de l'Europe, comme par l'apparition d'une étoile qui annoncerait un rédempteur, vers cette source tout à coup jaillie de guérison et de salut.

« Je puis dire à l'humanité tout entière, s'écriait alors un illustre savant, de concevoir de nouvelles et incomparables espérances. »

Une autre application de la même méthode a fait aussi, dans nos hôpitaux et dans nos ambulances, reculer la mort. Le temps n'est plus où nos maternités étaient meurtrières, où les opérations chirurgicales achevaient presque toujours les blessés, où d'indivisibles agents de destruction dévoraient les armées plus sûrement que le feu de l'ennemi. C'est par la méthode antiseptique, dont l'honneur remonte à Pasteur, que la chirurgie, jusqu'alors découragée et intimidée devant le résultat de ses efforts, a pu reprendre confiance et que ses audaces les plus téméraires ont été couronnées de succès.

Suivant l'expression de l'éminent chirurgien anglais, M. Lister, les méthodes de Pasteur ont « illuminé les ténèbres funestes de la chirurgie » et l'ont « dépouillée de ses terreurs. »

Ainsi, de recherches ardues portées à l'origine sur la symétrie ou la dissymétrie de certains cristaux, se sont déduites les applications qui ont renouvelé toutes les branches du travail national, toutes les sciences médicales et, pour tout dire, les conditions mêmes de la vie humaine.

Si féconde est la découverte d'un principe vrai, d'un principe fondé sur des expériences patiemment conduites, que l'œuvre de Pasteur se continue même après Pasteur. Il revit en ses vaillants disciples. Forts des enseignements du maître, armés de sa méthode, ils se préparent à lutter contre ces pestes dont le passage à travers les masses humaines a laissé dans l'histoire un frisson d'épouvante.

En attendant, ils ont pris corps à corps la diphtérie, qui, encore innommée ou dissimulée sous des noms divers, plus détestée des mères que le fléau même de la guerre, prélevait la dîme sur les générations.

Si peu nombreux que nous soyons ici, réunis dans cette crypte, nous savons que dans l'hommage que nous apportons à notre grand mort, à sa noble veuve, à ses enfants, nous avons avec nous le sentiment unanime de la nation, la reconnaissance émue des travailleurs et les bénédictions des mères.

Pasteur va désormais reposer dans cette maison qui est la sienne, dont il a fait un centre vivant d'activité scientifique et que sa présence va consacrer comme un temple. Au-dessus de sa tête se poursuivront, inspirées de son génie, guidées par son esprit toujours agissant parmi les siens, les recherches de laboratoire patientes, obstinées, presque ignorées du public jusqu'au moment où celui-ci, au jour longtemps attendu pour la révélation, sera tiré de son indifférence par l'annonce de quelque surprenante conquête.

Comme ces tombes de bienheureux sur lesquelles les peuples voyaient s'accomplir des prodiges, celle de Pasteur restera comme entourée d'une lumière de miracle. Et à chaque découverte dont profitera le genre humain, à chaque rayon de gloire scientifique qui viendra s'ajouter à l'auréole de la patrie, c'est vers cette maison, désormais auguste dans les fastes de la science, que viendra se reporter, comme à la source de tous les progrès ultérieurs, la reconnaissance du pays et de l'univers.

M. Pierre Baudin, président du Conseil municipal de Paris, a tenu à apporter le témoignage de la reconnaissance de la capitale entière. Après avoir rappelé la réception solennelle de M. Pasteur à l'Hôtel de Ville et les acclamations dont il avait été l'objet de la part de la foule heureuse de le voir, de le toucher, de lui traduire son admiration et sa gratitude, l'orateur a fait l'éloge du monument où le corps de l'illustre savant vient d'être ramené au milieu de ses disciples. « Loin d'elle ou près d'elle, a-t-il dit en terminant, Pasteur est toujours le chef de cette illustre maison. Son génie est en elle, et ceux qu'il avait choisis pour la faire vivre au delà d'une vie ajoutent chaque jour à la gloire scientifique de la France, et chaque jour amoindrissent la part du mal dans notre douloureuse humanité. »

M. Gaston Boissier, secrétaire perpétuel de l'Académie française, a donné lecture d'un discours écrit par M. Legouvé, directeur et doyen de cette Compagnie, que l'état de sa santé avait empêché d'assister à cette cérémonie.

Sir Joseph Lister, le célèbre chirurgien anglais, a prononcé quelques paroles comme représentant de la Société royale de Londres, dont il est président, du Collège royal des chirurgiens d'Angleterre et de la Société médico-chirurgicale de Londres. Sir William Priestley, représentant l'Université d'Édimbourg, a ensuite salué « la mémoire de l'homme qui a tant fait pour les progrès de la science et rendu de si éclatants bienfaits au genre humain. » Puis sir Dyce Duckworth a parlé au nom du Collège royal des médecins de Londres, sir John Evans comme délégué de la Société royale, et M. le professeur Crookshank comme représentant du King's College de Londres.

M. Cornu, président de l'Académie des Sciences, a apporté l'hommage de reconnaissance méritée par tant d'admirables travaux. « L'Académie des Sciences, a-t-il dit, vient affirmer sa foi dans l'œuvre du Maître, dans le succès de ses disciples bien-aimés qui poursuivent ici même avec tant d'éclat ses glorieuses traditions, dans la sûreté de ses méthodes dont la fécondité grandit à mesure que les années s'écoulent. Si durables, en effet, que soient le marbre et le porphyre qui abritent sa dépouille mortelle, l'œuvre de Pasteur est plus durable encore, parce qu'il est fondé sur ces sentiments généreux qui feront éternellement battre le cœur de l'homme : l'amour de la vérité, de la patrie et de l'humanité! »

M. Georges Perrot, directeur de l'École Normale supérieure, a rappelé avec beaucoup d'émotion les nombreuses années passées par M. Pasteur dans cet établissement où il a fait ses principales découvertes.

M. Bergeron, secrétaire perpétuel de l'Académie de Médecine, a affirmé que « nulle science n'a, au même degré que la médecine, bénéficié des merveilleuses découvertes de M. Pasteur, qui ont déjà sauvé et sauveront encore tant de vies humaines. »

M. Louis Passy, secrétaire perpétuel de la Société nationale d'Agriculture, a, de son côté, rappelé que « l'agriculture a été le théâtre des actions scientifiques de M. Pasteur et que, la première, elle a recueilli le bénéfice de ses immortelles découvertes. »

M. Tissier, président de l'Association des étudiants, a apporté l'hommage de la jeunesse des Écoles, et a fait en même temps un éloquent éloge des disciples de M. Pasteur : « C'est toujours lui, a-t-il dit, qui nous parle par la bouche de ses élèves devenus nos maîtres illustres ; suivant noblement son exemple, ils apportent chaque jour au monde des bienfaits inappréciables sans en vouloir de récompense ; et, comme lui, dédaigneux de la richesse, dédaigneux même de la gloire, ils laissent venir à eux les hommages des hommes avec une grandeur d'âme qui surpasse notre admiration. L'Institut que Pasteur a fondé n'est pas seulement le temple d'une science qui ne faillit à aucune de ses promesses, c'est aussi une école de générosité où notre jeunesse peut venir chercher ses plus belles inspirations. »

M. Duclaux, l'éminent directeur de l'Institut Pasteur, a clos la série des discours par cette vibrante allocution :

Et maintenant, après tous ces hommages, il faut qu'une garde d'honneur se forme autour de ces cendres qui vont entrer dans le grand repos.

Non pas pour les garder jalousement et en défendre l'approche. Pasteur a fait une Église ouverte : ses disciples sont aujourd'hui légion : il les a disséminés dans les laboratoires de minéralogie, de chimie, de médecine, d'hygiène, d'agriculture, partout enfin où a pénétré la nouvelle intelligence des choses qu'il a apportée dans le monde.

Précisément parce que son œuvre est multiple et variée, il faut qu'il y ait un lieu où elle soit représentée tout entière, où les nouveaux prosélytes qu'elle se fera dans la suite des temps soient toujours assurés de trouver la doctrine du maître avec les développements et les modifications que le temps lui imprimera.

C'est là la noble et difficile tâche que Pasteur a laissée en mourant à ses collaborateurs. A cette tâche, sa famille vient de donner une forme à la fois visible et symbolique en faisant de nous et de nos successeurs les gardiens permanents d'une tombe. Nous essayerons de ne jamais oublier que cette tombe n'appelle pas seulement la piété du souvenir, mais qu'elle veut être honorée par des œuvres de mouvement et de vie. Elle est bien, là, près des laboratoires. Celui qui l'habite a tant aimé la science qu'il est capable de tressaillir dans ses os, lorsque lui arrivera, au travers de cette mince cloison, l'écho d'une découverte.

Les assistants ont ensuite défilé successivement devant le tombeau et devant les représentants de la famille de M. Pasteur, en tête desquels se trouvaient MM. J.-B. Pasteur, René et Louis Vallery-Radot, fils,

(1) Le magnifique discours prononcé par M. Poincaré, alors ministre de l'Instruction publique, a été reproduit *in extenso* dans le numéro du *Génie Civil* du 12 octobre 1895 (t. XXVI, n° 24, p. 386).

gendre et petit-fils de l'illustre défunt. Puis les nombreuses personnes actuellement en traitement à l'Institut Pasteur sont également venues saluer le cercueil resté à découvert.

Après cette imposante et émouvante cérémonie, le sarcophage a été définitivement scellé en présence des plus proches parents de M. Pasteur [1].

Ch. T.

ÉLECTRICITÉ

TRANSMISSION DE LA PUISSANCE MOTRICE
à l'aide de l'électricité
aux engins des gares de chemins de fer.

(Suite [2].)

2° Applications réalisées. — L'électricité fournie par une station d'énergie peut être utilisée, dans une gare de chemins de fer, pour actionner :

1° Les machines-outils et les appareils de levage des ateliers de construction et de réparation ;

2° Les engins de manœuvre des locomotives et des wagons ;

3° Les engins servant à la manutention des marchandises et des colis;

4° Les engins servant au transport des voyageurs;

5° Les engins servant à l'alimentation des locomotives en combustible et en eau ;

6° Les signaux.

La manœuvre électrique des divers appareils qui rentrent dans les catégories ci-dessus indiquées nécessite une transmission électrique ou transport à petite distance de l'énergie fournie par la station centrale à des électromoteurs attelés aux engins auxquels il s'agit de donner le mouvement.

Il y a donc lieu de choisir, parmi les divers modes de distribution, celui qui semble le mieux répondre aux conditions du problème.

L'électricité peut actuellement être employée sous la forme de courants continus, de courants alternatifs monophasés et de courants alternatifs polyphasés.

Il convient d'écarter tout d'abord les courants alternatifs monophasés, par la raison que les moteurs alternatifs à simple phase présentent le grave inconvénient de ne pas démarrer sous charge et de s'arrêter spontanément en cas de surcharge importante.

Restent donc en présence : les courants alternatifs polyphasés et les courants continus.

Les premiers sont exempts des inconvénients reprochés aux courants alternatifs monophasés, du moins en partie ; ils présentent l'avantage de pouvoir utiliser l'énergie électrique à plus haute tension qu'on ne peut pratiquement le faire avec des courants continus, mais, par contre, il faut avoir recours à trois conducteurs au lieu de deux, et si, d'une part, l'emploi de la haute tension est avantageuse, d'autre part, il nécessite des appareils spéciaux qui compliquent le système. Ces considérations, jointes à celle qui résulte de la nouveauté relative du système, nous engagent à donner la préférence aux courants continus pour les applications spéciales que nous avons en vue.

Avec les courants continus, il y a peu ou point d'aléas à craindre. Les électromoteurs qui utilisent ce genre de courants ont été l'objet d'études approfondies ; ils sont appliqués depuis plusieurs années dans nombre d'établissements industriels. Nous avons étudié les types existants afin de nous rendre compte de leurs avantages et de leurs inconvénients respectifs et de déterminer les cas dans lesquels il convenait de les employer [3].

C'est aux courants continus que nous donnons la préférence pour les applications à réaliser dans les gares de chemins de fer, tant pour l'éclairage que pour les transmissions d'énergie, puisqu'ils permettent de distribuer l'énergie électrique à des distances bien suffisantes dans les cas qui nous occupent.

Nous en trouvons une preuve irréfutable dans une des dernières applications qui ont été réalisées par la maison Sautter-Harlé.

Ces constructeurs ont été chargés, en effet, des installations électriques du prolongement de la ligne de Sceaux vers le Luxembourg, et ultérieurement vers Cluny. Le programme comportait l'établissement, sur un des côtés de la gare Denfert, d'une usine électrique devant fournir à la fois l'énergie nécessaire aux appareils d'éclairage et à des moteurs répartis sur toute la ligne, c'est-à-dire à une distance de *2000 mètres* de l'usine génératrice, et le système devait permettre de prolonger la distribution jusqu'à Cluny, soit à une distance de *3000 mètres* environ de la gare Denfert, avec cette condition que le maximum de la perte de charge de l'usine à Cluny n'excèderait pas 15 %.

Or, M. Bochet, Ingénieur de la maison Sautter-Harlé, nous apprend, dans une communication qu'il a faite sur ces travaux à la Société internationale des Électriciens (1er mai 1895) [1], que, dans ces conditions, *on avait d'abord songé à l'emploi des courants alternatifs avec postes de transformateurs à chaque centre d'utilisation ; mais qu'en comparant cette solution à celle qu'il était possible d'employer avec les courants continus, on a constaté que ces derniers permettaient de réaliser le projet dans des conditions plus avantageuses à tous égards.*

On a donc adopté finalement une distribution directe au moyen d'un réseau de trois fils, la tension entre chaque pont étant maintenue constamment à 220 volts et l'alimentation de ce réseau étant assurée au moyen d'artères partant de l'usine et aboutissant à chacun des centres principaux.

Le réseau alimente 96 lampes à arc et 500 lampes à incandescence.

Les électromoteurs dont le service est continu ont été branchés sur le réseau d'éclairage. Ceux dont la marche est intermittente (c'est-à-dire ceux qui actionnent des ascenseurs et des plaques tournantes) sont desservis au moyen d'*accumulateurs.*

Si l'on avait voulu, en effet, commander *directement par le courant de l'usine* tous ces appareils, on eût été conduit à augmenter, dans une très forte proportion, la puissance de cette usine ainsi que toute la canalisation, car il fallait nécessairement prévoir le fonctionnement simultané de tous les appareils pour parer à cette éventualité.

La solution adoptée répond bien aux conditions du problème :

Les batteries d'accumulateurs, de puissance relativement faible, chargées d'une manière continue et prenant, par suite, une charge bien régulière à l'usine génératrice, assurent dans d'excellentes conditions l'alimentation de tous les appareils à charge intermittente.

Les accumulateurs permettent, de plus, d'éclairer les points utiles de la ligne pendant les courts arrêts de service, *ainsi que les signaux.*

Les batteries d'accumulateurs empruntent leur courant de charge directement au réseau ; mais, comme *elles doivent fournir le courant à la tension même du réseau,* il faut disposer, pour leur charge, d'une *force électromotrice supérieure à celle disponible sur ce réseau.*

Pour obtenir ce résultat, il a été établi, pour chaque batterie, un *survolteur,* permettant de remonter la tension à la valeur voulue pour la charge. On désigne ainsi un transformateur à courant continu dont les deux enroulements sont montés sur la même bobine et dans le même champ magnétique. On règle la force électromotrice additionnelle du circuit de la batterie au moyen d'un rhéostat monté en série sur le circuit primaire.

Voici donc un exemple d'application de l'électricité aux besoins d'une gare, mûrement étudiée, et qui donne la preuve que les courants continus suffisent lorsque la distance de l'usine aux appareils d'utilisation les plus éloignés atteint 3000 mètres. Or, dans les plus grandes gares, l'usine électrique étant située en un point central, ce rayon de distribution de 3000 mètres est largement suffisant.

Au point de vue technique, les courants continus donnent donc satisfaction, et lorsqu'on les emploie sous une tension modérée, ils présentent des avantages indiscutables pour la sécurité du personnel, la facilité d'emploi des électromoteurs, l'utilisation de la lumière à arc et des accumulateurs.

Au point de vue de l'économie de l'exploitation, ils donnent également toute satisfaction. Nous en avons la preuve dans les résultats des essais officiels entrepris par la Compagnie d'Orléans pour son installation du prolongement de la gare de Sceaux. En tenant compte du rendement de tous les organes de la distribution, on arrive à une production de 596 watts utilisables sur le réseau par kilogramme de houille brûlée aux chaudières.

C'est-à-dire qu'avec 1 kilogr. de houille on obtient une puissance utile de plus de huit dixièmes de cheval. Cette économie d'exploitation ne nous surprend pas ; nous l'avons signalée dans notre étude sur les *transmissions électriques,* et nous avons eu soin d'expliquer qu'elle légitimait, en même temps que la commodité, les frais de transformation que n'hésitent pas à faire certains industriels pour remplacer, par ce système nouveau, leur attirail souvent compliqué et démodé de transmissions mécaniques.

Nous rappellerons que la commodité résulte de la possibilité de centraliser, en un point quelconque de l'établissement industriel, les machines génératrices de l'énergie, et de distribuer cette énergie en des points quelconques ; de supprimer tous organes intermédiaires et, par conséquent, de disposer les outils ou engins à conduire dans des locaux spéciaux ; de se réserver la faculté de les déplacer sans frais appréciables et d'opérer facilement les agrandissements devenus indispensables ; de mettre en marche sans chocs ; d'éviter toute perturbation dans les diverses parties de la transmission lorsqu'une majoration brusque se produit dans le travail demandé. Elle résulte aussi de la simplicité du moteur et de ses formes exiguës, etc.

Quant à l'économie d'exploitation, elle provient de ce que l'élec-

---

(1) La crypte de l'Institut Pasteur sera ouverte au public le premier et le deuxième samedi de chaque mois.

(2) Voir le *Génie Civil,* t. XXX, n° 9, p. 133.

(3) *Transport de l'énergie à grande distance et transmissions électriques par courant continu,* par MM. G. Dumont et Baignères. Grelot, éditeur, Paris, 1895.

(1) Voir le *Génie Civil,* t. XXVII, n° 8, p. 116.



tromoteur électrique est une machine d'un rendement élevé et de ce que, dans une transmission électrique, le rendement final s'abaisse beaucoup moins pour des charges décroissantes qu'avec les transmissions mécaniques; d'où une bien meilleure utilisation de la force motrice dans le premier cas que dans le second.

Ces avantages incontestés, pour le cas d'ateliers de construction, acquièrent une importance encore plus grande, quand il s'agit d'actionner différents engins répartis sur un chantier de travaux ou dans une gare de chemin de fer.

G. DUMONT et G. BAIGNÈRES,
Ingénieurs des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

NOUVEAU TYPE DE DYNAMO A COURANTS CONTINUS

Depuis l'invention de la première machine dynamo-électrique réellement pratique, due à M. Gramme, les constructeurs français et étrangers ont introduit peu à peu des perfectionnements de détail tendant :

1° A augmenter le rendement de ces machines;
2° A diminuer leur poids rapporté à l'unité de travail électrique;
3° A diminuer leur prix de revient tout en leur conservant les qualités robustes originelles.

Dans le cours de ces dernières années, l'attention des constructeurs s'est portée plus spécialement sur les unités très puissantes, sans qu'on ait semblé s'attacher à remédier à certains inconvénients qui, peut-être, étaient considérés comme inhérents aux générateurs à courants continus. La réaction de l'armature ou celle produite par les ampères-tours de l'armature est un défaut que possèdent les dynamos courantes, défaut qui a pour conséquence la production inévitable d'étincelles aux balais; ces étincelles forment un obstacle à la construction de machines plus efficaces et en limitent le rendement.

M. H. J. Ryan, professeur à la Cornell University, a fait construire par M. Thompson, après cinq ans de recherches, une dynamo qui supprime complètement ces étincelles et dont la description a paru dans l'*Engineering News*. Cette nouvelle machine à courants continus est basée sur l'emploi de bobines compensatrices destinées à éliminer la réaction de l'armature.

L'ensemble de la dynamo se présente sous une forme bien compacte; elle est montée directement sur l'arbre moteur.

Les figures 1 et 2 représentent le champ, l'armature et les organes traits essentiels de l'armature sont ses dimensions restreintes et la profondeur des entailles ou dents. Le noyau de l'induit est formé d'une superposition de feuilles minces d'acier possédant des qualités spéciales de non-hystérésis; on économise de ce chef une certaine dépense inutile d'énergie qui se traduisait sous forme de chaleur. Pour réduire encore l'échauffement de l'armature, on emploie une grande section de cuivre et une bonne ventilation assurée par un enroulement approprié de la bobine et le grand diamètre intérieur de l'induit.

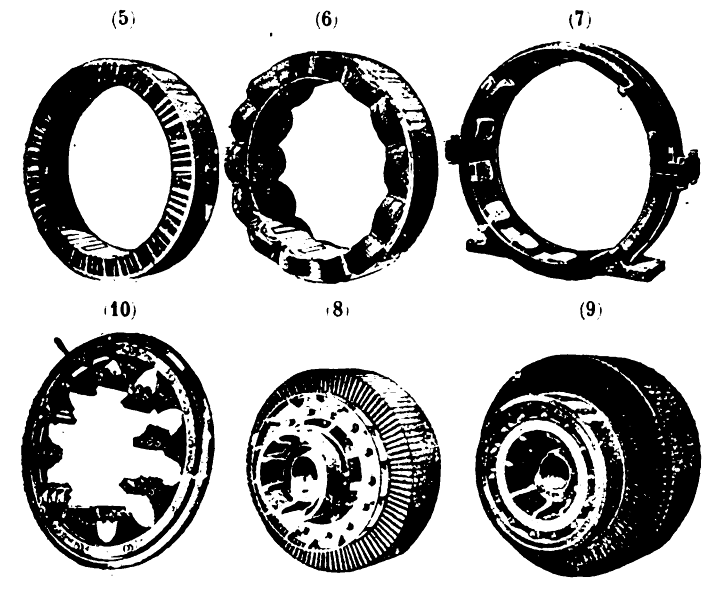
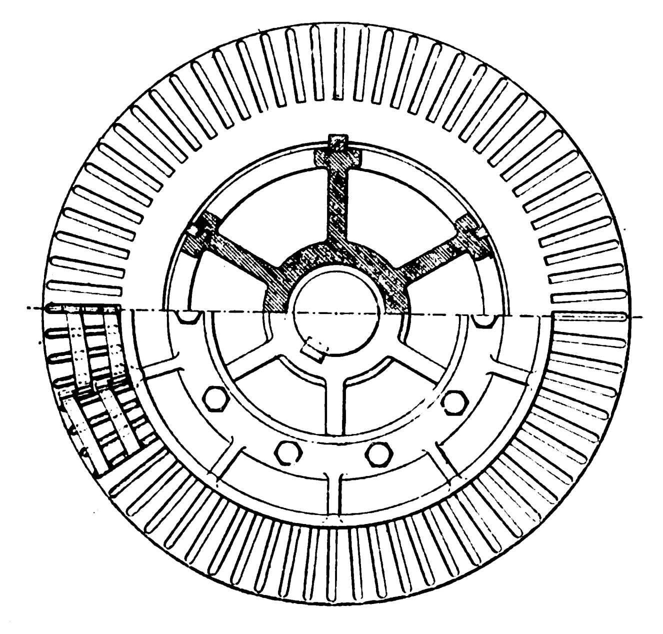


FIG. 3. — Principaux organes du champ, de l'armature et du commutateur de la dynamo Thompson-Ryan.

Le collier des porte-balais est représenté en (10). Il est en trois parties : un anneau en fer fondu, fixé au bâti ou plutôt à la carcasse de l'inducteur par des petites consoles, et deux anneaux concentriques en bronze placés contre et à l'intérieur du premier. C'est à ces deux derniers anneaux que sont boulonnés les porte-balais positifs et négatifs chacun sur son anneau spécial.

On ajuste les balais autour du commutateur en déplaçant l'anneau en fer dont le mode de fixation permet d'effectuer ce calage.



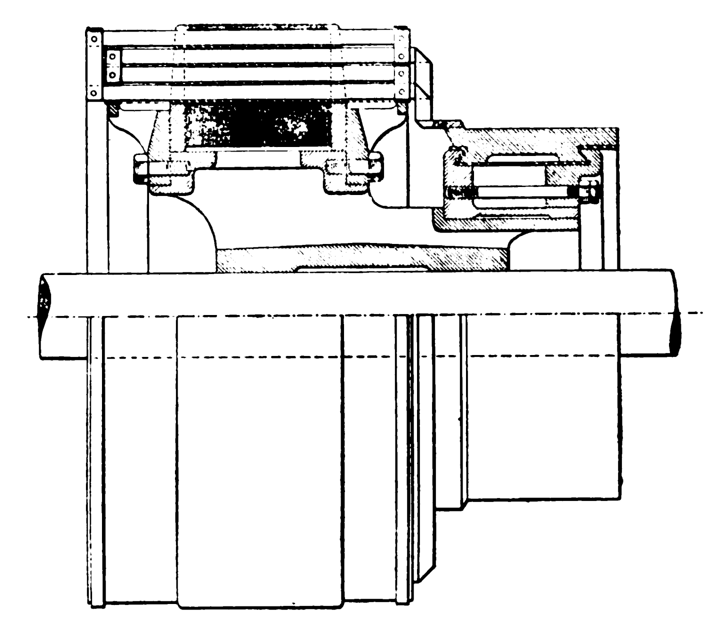


FIG. 1 et 2. — Dynamo Thompson-Ryan à courants continus.

du commutateur. En (7) (fig. 3) on voit la carcasse des inducteurs en forme d'anneau avec ses électros dont on remarquera la petite dimension. A l'intérieur de la carcasse vient se placer le « pole ring » représenté en (5); il est construit de façon à recevoir les bobines compensatrices formées de lames de cuivre (6). Les organes du champ magnétique sont en acier fondu. Pour renforcer leur action et prévenir les réactions de l'armature, les bobines compensatrices font office d'un enroulement compound.

En (8) on voit l'armature prête à recevoir le cuivre et (9) la représente entièrement terminée, prête à être fixée sur l'arbre. Ces deux croquis montrent également le mode de calage du commutateur sur l'arbre. L'assemblage de ces divers éléments se comprend plus facilement sur la coupe longitudinale de l'armature et du commutateur (fig. 2). De même, dans la coupe verticale des inducteurs, on voit le « pole ring » dans sa position à l'intérieur de la carcasse. Les

A la suite d'un grand nombre d'essais, les constructeurs revendiquent pour cette dynamo les avantages suivants :

1° Fonctionnement économique et grand rendement électrique;
2° Absence complète d'étincelles au commutateur;
3° Marche régulière et sans danger sous de très fortes charges;
4° Légèreté de l'ensemble.

1° Le grand rendement, c'est-à-dire le peu de pertes, est dû au poids restreint de fer qui entre dans la construction des inducteurs et de l'induit.

La perte par l'armature est réduite au minimum et il serait établi que les pertes des inducteurs atteignent seulement 25 °/o de celles de toute autre dynamo de capacité égale.

La dynamo Thompson-Ryan présenterait donc l'avantage de donner un rendement très élevé, même sous de petites charges. Or, on

sait que les dynamos courantes, pour fournir un rendement élevé demandent à fonctionner sous une charge à peu près constante et voisine de leur charge normale.

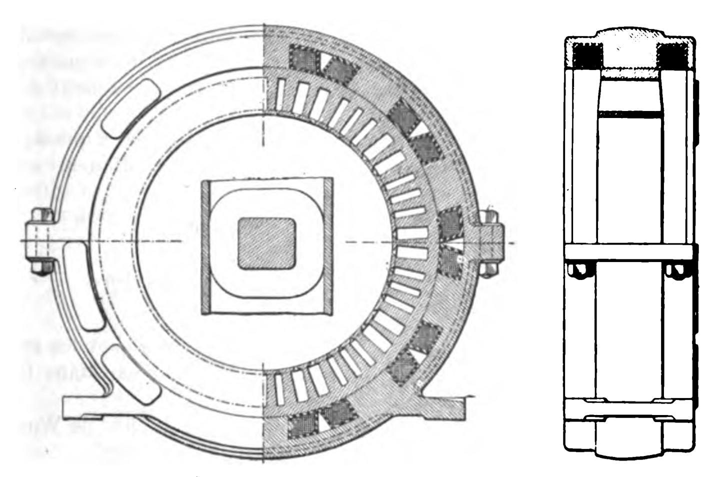


FIG. 4 et 5. — Élévations et coupes verticales des organes du champ.

Nous avons représenté (fig. 6) la courbe de la machine Thompson-Ryan de 100 kilowatts comparée à une dynamo de même puissance d'un type ordinaire. Il ressort de ces courbes que, tandis que le rendement est sensiblement le même sous les grandes charges pour les deux dynamos, la courbe de la dynamo Thompson-Ryan ne montre qu'un abaissement de 6 % entre la pleine charge et la charge 20 %, alors que l'autre dynamo montre un abaissement de rendement de 14 %.

Fonctionnant à 30 % de la pleine charge, la nouvelle dynamo fournirait encore un rendement ne différant que de 3 % de son rendement à pleine charge;

2° L'absence des étincelles au commutateur provient de la liberté d'action de l'armature par l'introduction des bobines compensatrices. Pour que la commutation puisse se faire d'une façon parfaite, il faut que le champ magnétique que traverse la bobine en court circuit au moment de la commutation varie en intensité avec la charge de la

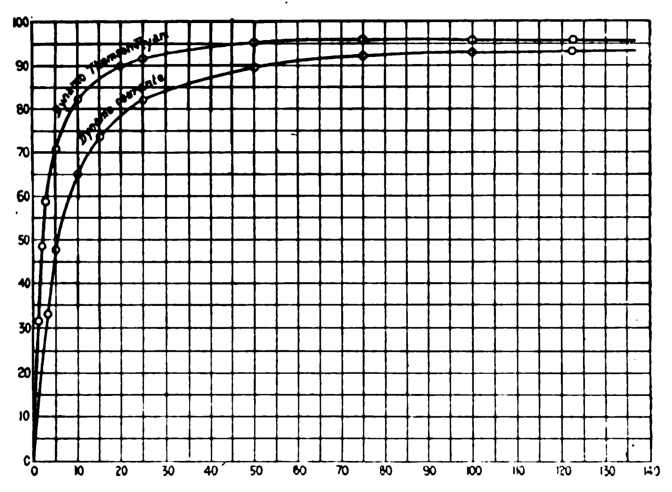


FIG. 6. — Courbes de rendement électrique d'une dynamo Thompson-Ryan de 100 kilowatts, comparée à une dynamo ordinaire de même puissance.

dynamo. Ce résultat serait, d'après MM. Thomson et Ryan, obtenu précisément dans leur machine;

3° Le fonctionnement sous surcharge se continue régulièrement à cause de la section plus que suffisante du cuivre de l'armature et de la ventilation énergique produite par la rotation;

4° La production de l'énergie électrique des machines actionnées directement par un moteur serait de 30 à 40 watts par kilogr., c'est-à-dire que ces dynamos produiraient deux à trois fois plus d'énergie pour un poids déterminé que les autres systèmes.

F. S.

TRAVAUX PUBLICS

DRAGUE HYDRAULIQUE A SUCCION pour l'amélioration des passes du Mississipi.

(Planche X.)

La drague hydraulique à succion, dont nous donnons ici la description, a été construite pour la Commission des travaux publics du Mississipi et elle est destinée à l'enlèvement des bancs de sable qui obstruent ce fleuve entre Saint-Louis et Vicksburg. Cet appareil (pl. X et fig. 1 du texte) mérite d'attirer l'attention en raison des particularités nouvelles qu'il comporte, et de sa puissance; s'il répond à l'attente de ses constructeurs, il entraînera une véritable révolution dans la navigation intérieure aux États-Unis.

Depuis l'organisation de la Commission du Mississipi en 1879, il a été dépensé, seulement dans la région du cours inférieur de ce fleuve, une somme de plus de 100 millions de francs, autant pour protéger les propriétés riveraines que pour améliorer la navigation. Le premier travail accompli a consisté dans la création de digues destinées à rétrécir le lit du fleuve et à empêcher les inondations dans les régions voisines, qui sont très basses. Plus tard on s'attacha à éviter la formation des bancs de sable et autres obstructions.

On eut facilement raison de l'immense quantité de troncs d'arbres et de débris entraînés par le courant, mais les bancs de sable mouvant se montrèrent plus récalcitrants. On les attaqua par diverses méthodes, surtout par la méthode des chasses, qui ne fut pas d'une efficacité bien grande.

Il y a environ deux ans que l'on commença à envisager la nécessité de draguer les sables mouvants et à étudier les procédés par lesquels on pourrait mener à bonne fin une entreprise aussi considérable. Les bancs du Mississipi ne sont jamais fixés; quand par hasard ils se maintiennent quelque temps au même endroit, leur hauteur varie d'un jour à l'autre. Le pilote qui revient de la nouvelle-Orléans à Saint-Louis retrouve souvent la passe qu'il avait suivie à la descente comblée par un impénétrable banc. Cette mobilité même des bancs avait fait mettre en doute l'utilité pratique des dragages. On arriva cependant à cette conclusion qu'une drague de très grande puissance pourrait rendre des services importants particulièrement en permettant la création à travers les bancs de canaux très profonds que la pratique démontrait susceptibles de conserver assez longtemps leur forme.

On s'arrêta au projet d'avoir toujours sur le fleuve, un certain nombre de dragues prêtes à se porter rapidement aux points où étaient signalés de nouveaux bancs, et à y pratiquer, dans le délai minimum, des coupures étroites mais profondes.

Pour expérimenter la valeur pratique de cette idée, la commission fit construire en 1893-94 une drague expérimentale qui fut mise en service pendant l'époque des basses eaux en 1894 et 1895. La capacité de cette drague était de 600 mètres cubes de sable par heure, débités à travers environ 340 mètres de tuyaux flottants.

Les résultats obtenus furent assez encourageants pour décider la commission à appeler les meilleurs constructeurs de dragues de l'Amérique à soumissionner pour un autre appareil beaucoup plus puissant. Les conditions imposées étaient comme suit : Coque en acier robuste et partagée en un nombre suffisant de compartiments étanches, pour que, deux quelconques de ces compartiments étant remplis, la flottabilité resta assurée.

Les tôles du bordé devaient avoir une épaisseur de 8 millimètres, renforcées à 10 millimètres à la flottaison dans les parties les plus exposées; pont en tôle de 6 millimètres. Le tirant d'eau en charge avec l'approvisionnement de charbon nécessaire pour un fonctionnement de 24 heures était fixé à 1ᵐ 370 au maximum. La largeur devait être de 12ᵐ 20 au plus. Cette drague devait être automotrice et comporter à son avant les appareils de succion nécessaires pour pratiquer jusqu'à une profondeur de 6ᵐ 10, une coupée suffisamment large pour le passage de la coque de la drague. Elle comporterait à l'arrière un ou deux tuyaux de décharge reliés à des conduites flottantes, supportées par des pontons (fig. 3 à 6, pl. X), mesurant chacune 340 mètres de longueur et possédant latéralement un rayon d'action de 150 mètres de part et d'autre de l'axe du bateau. Les machines motrices devaient être à triple expansion du type à pilon, actionnant directement les pompes principales. Les dragues devaient être soumises, avant réception, à un essai pratique, au tirage naturel donnant un débit minimum de 1 600 mètres cubes par heure. Une prime proportionnelle serait payée pour un débit supérieur.

Quinze constructeurs répondirent à cet appel, et, après examen, la commande fut confiée à M. Lindon W. Bates de Chicago pour un prix total de 863 500 francs, porté plus tard à 1 313 500 francs par le paiement des primes.

Le principe de cet appareil est familier aux Ingénieurs qui connaissent les grandes dragues américaines ayant servi à l'amélioration des ports du Pacifique et du grand canal de Chicago; il a été breveté par M. Bowers, qui passe aux États-Unis pour être l'inventeur des dragues à aspiration par des pompes à force centrifuge.

Les figures 1 et 2 (pl. X) donnent en coupe longitudinale et en plan la disposition générale de cette drague, et des appareils qu'elle comporte. A l'avant, sont immergés six trépans rotatifs suspendus à des flotteurs et répartis en groupe de trois. A chacun des groupes correspond un tuyau unique d'aspiration aboutissant à une pompe centrifuge placée à bord. Celle-ci refoule dans des conduites qui sortent du bateau par l'arrière. Les deux pompes sont placées en abord et croisées, les deux machines qui les actionnent se trouvant à peu près dans l'axe du bateau.

Les dimensions de la coque sont les suivantes :

Longueur entre perpendiculaires . . . . . mètres.	52,42
Largeur.	12,20
Creux sur quille au milieu	2,18
Hauteur totale du roof des machines.	7,10

Le poids total de la drague est de 1 200 tonnes, dont 800 tonnes pour les machines et appareils; la coque nue pèse 310 tonnes, et l'approvisionnement de combustible 90 tonnes. Des water-ballasts permettent de balancer le bâtiment dans le sens de la longueur pour égaliser le tirant d'eau avant et arrière.

Nous procéderons à la description des machines et appareils en commençant par l'avant.

La partie spéciale de la drague, et la plus intéressante se compose des six trépans cylindriques et rotatifs de 1m50 de diamètre surmontés chacun d'un tuyau d'aspiration de 500 millimètres de diamètre porté par un flotteur. Les trois flotteurs de chaque groupe sont reliés de manière à constituer un ponton rigide. Une grue, comportant un treuil à vapeur, permet de relever chaque groupe de trépans. Ceux-ci comportent 12 lames coupantes qui désagrègent le sable et le rendent susceptibles d'être aspiré par les pompes. La figure 8 (pl. X) indique la manière dont s'opère la transmission du mouvement à ces appareils rotatifs. L'arbre de la machine porte deux pignons engrenant avec les roues d'entrées de l'arbre principal, lequel à son tour actionne l'arbre qui transmet le mouvement au trépan par un engrenage d'angle. Cette disposition permet, sans nuire à la transmission, le mouvement angulaire des arbres des trépans autour de l'arbre principal, quand on relève ou abaisse les trépans. Un joint télescopique et circulaire permet le mouvement parallèle du tuyau d'aspiration placé sous l'arbre.

L'arbre moteur est mû par une machine compound à pilon ayant des cylindres de 0m370 et 0m736 de diamètre sur 0m460 de course. La vitesse maximum des trépans est de 25 tours par minute.

La machine destinée à actionner les treuils des deux grues de relevage ou les cabestans de la drague est placée immédiatement à l'arrière de la précédente dans un roof spécial; c'est un appareil à deux cylindres de 0m320 × 0m318, à simple expansion. Toutes les manœuvres, celle des freins comprise, sont commandées au moyen de leviers et de volants aboutissant à une passerelle placée au-dessus des machines.

Les machines principales commandant les pompes (fig. 2 du texte et fig. 7, pl. X) sont placées vers le milieu du bâtiment. Elles sont au nombre de deux, chacune d'elles se trouvant complètement indépendante aussi bien que les pompes qu'elles commandent et que les conduites d'aspiration ou de refoulement. Chaque appareil actionne directement l'arbre de la pompe qui tourne normalement à une vitesse de 175 tours. Les turbines ont un diamètre extérieur de 7m13; elles sont montées sur des arbres de 0m254 de diamètre. Les tuyaux d'aspiration et de refoulement ont respectivement des diamètres intérieurs de 0m838 et de 0m860.

Les machines motrices sont à triple expansion, du type à pilon, à quatre cylindres disposés deux à deux en tandem. Les diamètres et courses des cylindres sont comme suit :

Diamètre : cylindre haute pression.	0,520	
— — moyenne pression . . .	0,840	
— — basse pression	0,965	(deux)
Course	0,610	

Les tiroirs sont cylindriques; ces tiroirs sont doubles pour les cylindres à basse pression. On peut faire varier l'introducteur dans les deux premiers cylindres.

Chacun des appareils comporte une pompe à air duplex de Worthington et un condenseur à injection.

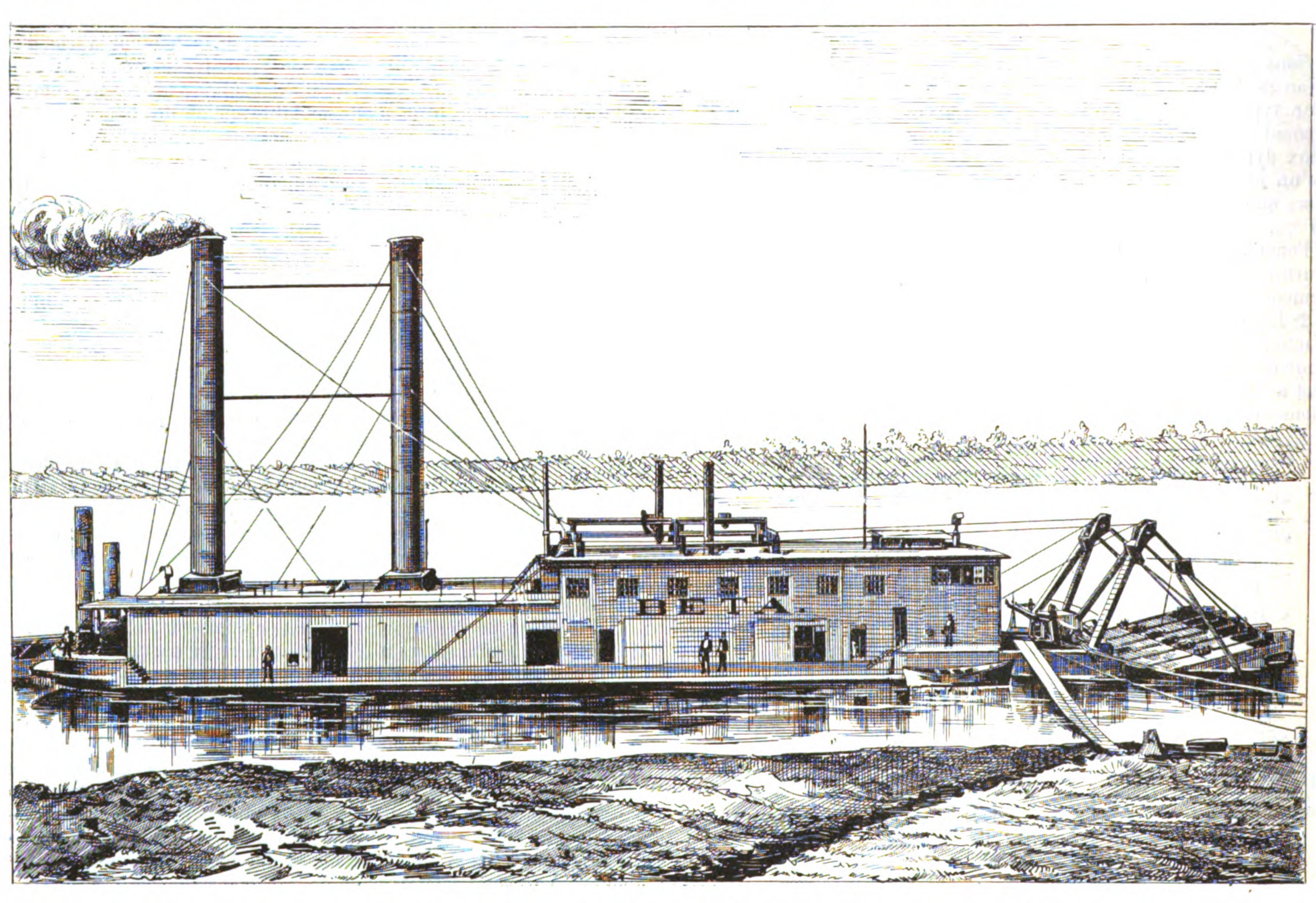


Fig. 1. — Vue de l'installation d'une drague hydraulique à succion pour l'amélioration des passes du Mississipi.

Au-dessus des deux machines, on a disposé un petit transbordeur qui facilite les démontages.

Les quatre chaudières multitubulaires du type Herne, de 375 chevaux, sont placées à l'arrière des pompes. L'eau de la rivière étant très boueuse, on la filtre avant l'alimentation. On précipite d'abord les matières boueuses à l'aide d'un coagulant, puis on filtre sur plusieurs couches de quartz concassé. Le débit du filtre est de 1 000 litres par minute.

L'eau d'alimentation est ensuite réchauffée par la vapeur d'échappement des appareils auxiliaires, les appareils principaux étant à condensation.

A l'arrière de la drague se trouve une machine à deux cylindres égaux actionnant les tambours et poupées servant à abaisser et relever les deux pieux mobiles de calage et la jambe de poussée servant à la propulsion de la drague. Sur cette dernière, la vapeur agit directement au moyen d'un cylindre de 0m381 de diamètre et de 2m13 de course.

Le refoulement des pompes est opéré au moyen de conduites de 0m851 de diamètre, sortant du bateau par l'arrière et qui sont supportées par des pontons en tôle d'acier représentés figures 3, 4 et 5 (pl. X). Les tuyaux fixes de la drague sont reliés aux tuyaux flottants, et par con-



séquent mobiles, au moyen de dix viroles télescopées et par un joint en caoutchouc. Quand on a besoin de diriger les déblais vers l'avant, on raccorde les tuyaux fixes du pont aux conduites flottantes à l'aide de raccords semi-circulaires.

Chaque conduite de refoulement, d'une longueur totale de 340 mètres est portée par douze poutres dont quatre ont une longueur de 15 mètres, les autres ayant 30 mètres de longueur. Les pontons, dont le poids total est de 250 tonnes, sont en tôle d'acier de 5 millimètres d'épaisseur; les plus longs sont divisés en six compartiments étanches, les plus courts en quatre seulement. La conduite elle-même est constituée par des tôles de 63 millimètres. Les poutres sont reliées par des barres articulées, en fer plat de 0m 100 × 0m 025 et les différents bouts de la conduite sont accouplés au moyen d'un raccord en caoutchouc, comme on le voit figures 3 et 4, pl. X.

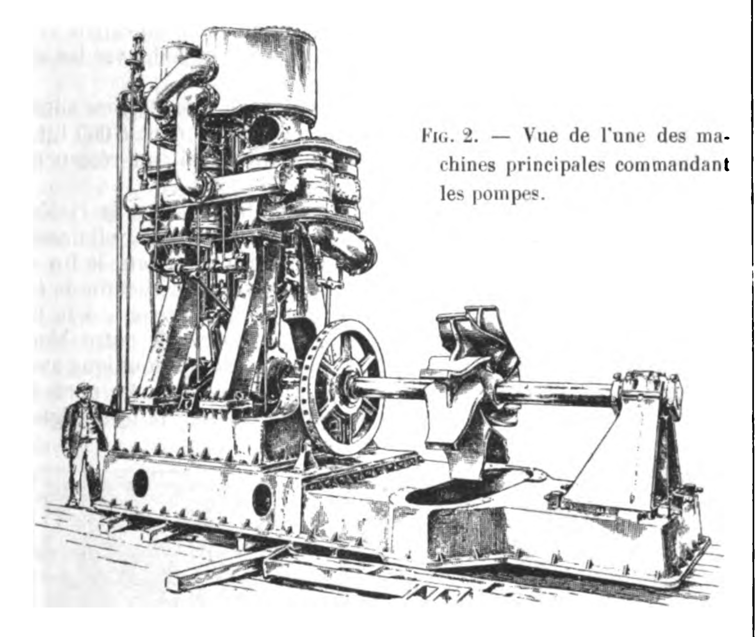


Fig. 2. — Vue de l'une des machines principales commandant les pompes.

Quand les conduites sont vides, le tirant d'eau des pontons est de 0m 355; quand ils sont remplis du mélange ordinaire d'eau et de sable la flottaison n'est qu'à 0m 050 de la partie supérieure des pontons.

L'éclairage est effectué par 40 lampes à incandescence de 20 bougies et deux projecteurs de 400 bougies alimentés par une dynamo placée à bord.

Cette drague peut se mouvoir dans les deux sens et pivoter autour d'un des deux pieux de calage placés à l'arrière. Elle peut, grâce à ce simple mouvement de rotation, et sans mouvement de translation, déblayer 1 300 mètres cubes.

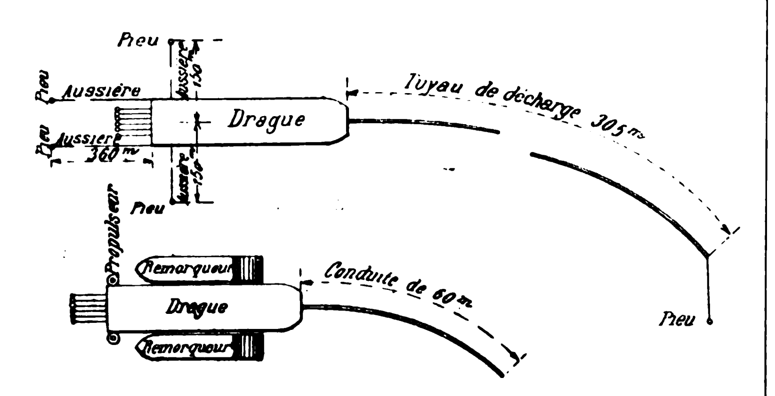


Fig. 3. — Disposition de la drague hydraulique à succion pendant les essais officiels.

Dans les essais officiels effectués sous le contrôle des Ingénieurs de l'État, la drague était mue longitudinalement au moyen de deux aussières parallèles placées à l'avant; le déplacement transversal était contrôlé par deux autres câbles faisant dormant sur des pieux placés à environ 150 mètres de part et d'autre de l'axe, comme on le voit figure 3 du texte. L'évacuation des déblais s'effectuait à travers une conduite de 305 mètres de longueur aboutissant en eau profonde. On a trouvé que ce genre de manœuvre absorbait un temps considérable, la rivière étant, en outre, encombrée par les câbles qu'il fallait fréquemment mollir pour permettre le passage des bateaux. Aussi M. Bates a-t-il proposé une méthode différente qui est indiquée figure 3 du texte. Les câbles et aussières de manœuvres seraient remplacés par deux remorqueurs placés en couple de la drague à laquelle ils seraient amarrés. A l'avant on placerait, de chaque côté, un petit propulseur à axe transversal, mû par une transmission électrique, et qui contrôlerait l'orientation.

Les résultats de l'essai officiel (1) effectué sur cette drague peuvent se résumer comme suit :

	Vitesse d'avancement par minute. mètre	Longueur de la conduite de décharge. mètre	Pourcentage des matières solides.	Débit par heure en mètres cubes.	Mètres cubes de déblais par cheval-heure.
1	1,65	305	34,58	6.354	2,46
2	1,35	»	22,80	4.988	1,98
3	1,50	»	36,40	7.798	3,04
4	1,20	»	21,92	4.850	1,84
5	»	»	17,45	3.872	1,82
6	»	»	29 »	6.217	»
7	»	»	28,35	6.327	»
8	»	»	21,50	5.083	»

Ch. Dantin.

CHEMINS DE FER

LES PROGRÈS RÉCENTS DU CANADA

et l'influence du développement des chemins de fer (2).

La partie orientale du Canada, il y a peu d'années encore la seule riche et la seule peuplée, a été singulièrement favorisée par la nature sous le rapport des communications par eau. Un cours d'eau, d'ailleurs amélioré et flanqué de nombreux canaux, s'étend depuis le Saint-Laurent jusqu'à l'amont du lac Supérieur sur une distance de plus de 3 640 kilomètres et fournit un élément de progrès dont il faut tenir compte lorsqu'on étudie la question du développement de cette contrée.

Toutefois, la colonisation était limitée aux terres situées à proximité de ces cours d'eau ; toute la vaste étendue de territoire au delà du lac Supérieur, vers l'ouest, sur une longueur de près de 4 000 kilomètres, le Far-West canadien, non moins en progrès que le Far-West américain, se trouvait entièrement livrée à la sauvagerie, faute de moyens de communication. D'autre part, on ne doit pas oublier que, par suite du long et rigoureux hiver qui, chaque année, frappe ces régions, les voies d'eau ne sont pas navigables de novembre à fin mars. Ce sont donc, en somme, les chemins de fer qui constituent surtout les causes de prospérité et de développement agricole ou industriel ou commercial, même des régions les plus favorisées par la nature sous le rapport des voies navigables.

Il convient, pour apprécier les bienfaits qu'ont apportés les chemins de fer dans ces pays neufs, à population clairsemée, de jeter un coup d'œil en arrière sur la situation du Canada à quelques époques différentes marquées, non par des faits politiques, mais par des événements d'ordre économique, les seuls qui constituent, dans ce siècle, l'histoire du Canada. Ces principaux faits sont : le début de la construction des chemins de fer, en 1836 ; l'achèvement du *Grand Trunk Railroad*, en 1860; l'achèvement de la ligne principale du chemin de fer dit *Intercolonial*, en 1876; le commencement, en 1877, et l'achèvement, en 1886, de la ligne transcontinentale du *Canadian Pacific*, l'entreprise la plus hardie peut-être et la plus énergiquement conduite des temps modernes.

Le Canada, sous sa forme politique actuelle, n'existe pas depuis longtemps. De 1791 à 1841, il comprenait quatre divisions distinctes ayant chacune leur gouvernement, leurs lois et leurs archives, à savoir : la Nouvelle-Écosse, le Nouveau-Brunswick, le Haut-Canada et le Bas-Canada. Ces deux dernières, en 1841, furent unies sous le nom de Canada et, en 1867, les quatre provinces furent groupées en une confédération. Celle-ci acquit, en 1870, les territoires du nord-ouest et la province de Manitoba. En 1871, la Colombie britannique et en 1873 l'île Prince-Ferdinand se joignirent au Dominion.

La première entreprise de chemin de fer fut la construction d'une courte section entre la Prairie et Saint-John, dans ce qu'on appelait alors le Bas-Canada. Cette section, ouverte en juillet 1836, faisait partie du *Montreal and Champlain Railway*, achevé en 1851 et qui établit des relations entre Caughnavaga, sur la rive méridionale du Saint-Laurent, et un point situé près de la frontière des États-Unis.

En 1847, il n'en existait encore que 87 kilomètres en exploitation, tous situés dans le Bas-Canada.

La période décennale s'étendant de 1850 à 1860 fut une époque de

(1) Résultats de huit essais effectués du 10 au 24 mars 1896 (*Engineering News*).

(2) Une partie des renseignements contenus dans cette étude sont extraits d'une note de Sir Charles Tupper, haut commissaire du Canada, ancien ministre des Chemins de fer et des Finances du Dominion du Canada, présentée au dernier Congrès international des chemins de fer.

grande activité. Elle vit entamer, en 1852, et achever, en 1860, le réseau du *Grand Trunk Railway*, qui comporte, dans le Canada, une longueur de 1 403 kilomètres.

La section de Montréal à Toronto fut ouverte en 1856 et, par la construction du *Victoria Bridge* sur le Saint-Laurent, ouvert en décembre 1859, des communications directes par voie ferrée se trouvèrent établies avec l'extrémité méridionale de la ligne et la rade de Portland, dans l'État de Maine, aux États-Unis.

En 1860, il existait seize Compagnies de chemins de fer exploitant, dans la province du Canada, 3 200 kilomètres de lignes ayant coûté, comme construction et matériel, une somme de 485 898 208 francs. Le nombre de voyageurs était de 1 825 755 et celui des tonnes transportées de 1 479 749.

L'acte de 1867, qui décidait la confédération des quatre provinces séparées du Canada, contenait cette stipulation expresse que le chemin de fer intercolonial serait construit par le gouvernement du Dominion, afin d'établir les relations nécessaires entre les provinces maritimes et le Canada central. Cette ligne fut achevée et ouverte en juillet 1876 ; elle se soudait à la section du *Grand Trunk*.

On obtenait ainsi la communication entre les deux ports canadiens sur l'Atlantique, de Halifax dans la Nouvelle-Écosse et de Saint-John dans le Nouveau-Brunswick, et plusieurs ports situés à la pointe du lac Ontario, du lac Erié et du lac Huron ; on assurait ainsi les relations avec les lignes américaines de l'ouest et du sud et l'on recueillait, en différents points, le trafic des grands lacs.

Au 1er juillet 1876, il y avait en exploitation trente-sept chemins de fer représentant une longueur totale de lignes de 8 299 kilomètres. A l'exception de 128 kilomètres, toutes ces lignes étaient à simple voie. Le capital libéré total des chemins de fer en exploitation ou en voie de construction, s'élevait à 1 669 430 238 francs, sur lesquels le gouvernement du Dominion avait dépensé 301 415 131 francs. Les recettes s'élevaient au total de 96 790 420 fr. 55 et les dépenses d'exploitation à 79 013 607 fr. 05.

En dehors des chemins de fer en exploitation, il y avait beaucoup de chemins de fer en voie de construction, soit par l'État, soit par des Compagnies particulières, environ 3 661 kilomètres, y compris une partie du chemin de fer projeté devant relier la région située à l'ouest des grands lacs, aux côtes du Pacifique, et qui, lorsqu'il fut achevé, prit le nom de *Canadian Pacific Railroad*.

Avant de nous occuper de cette grande œuvre et de l'ère nouvelle qui fut inaugurée par sa construction, il convient de remarquer combien peu les chemins de fer avaient pénétré dans l'intérieur du pays. A l'exception d'une ligne du *Grand Trunk Railway* allant jusqu'à Ottawa, à environ 80 kilomètres au nord du Saint-Laurent, et d'une autre ligne reliant la grande ligne à la rivière Ottava, il n'existait aucune voie ferrée permettant de traverser les épaisses forêts qui couvraient l'intérieur du pays.

Cet état de choses devait rapidement changer. On travaillait à la construction d'un chemin de fer reliant les réseaux ferrés du Canada central et oriental avec le Pacifique, expressément stipulée comme condition de l'accession de la Colombie britannique dans la Confédération.

Le tracé du *Canadian Pacific Railway*, entamé en 1871, exigea un travail considérable et occupa plusieurs années. Les travaux furent commencés par l'État, en 1877, mais on constata bientôt qu'il serait préférable de le faire construire par l'initiative privée aidée du Gouvernement. Le travail fut donc confié à une Compagnie, en 1881, le contrat fixant l'année 1891 comme date d'achèvement. Le Gouvernement du Dominion accorda un subside de 125 millions de francs et 10 116 600 hectares de terre, en même temps que 1 050 kilomètres de chemins de fer déjà construits et qui avaient coûté, y compris le tracé, environ 165 millions de francs.

La Compagnie poussa les travaux avec une telle énergie, que la ligne fut construite en 1886, soit cinq ans avant l'expiration du délai fixé dans le contrat, et que le premier train direct de Montréal à Vancouver put être mis en marche au mois de juin de la même année.

Depuis cette date, les chemins de fer construits à l'ouest de Winnipeg par cette Compagnie et par d'autres, ont pris une extension considérable. Des districts perdus du nord et du sud ont été ouverts au commerce, et les plaines fertiles du Manitoba et du grand nord-ouest, les riches vallées et les régions minières de la Colombie britannique, ont été mises par le chemin de fer en communication avec les rives de l'Atlantique et du Pacifique et, vers le sud, avec les réseaux américains.

En 1886, la *Canadian Pacific Railway Company* possédait ou administrait 7 295 kilomètres de lignes dans le Canada dont 6 065 kilomètres en exploitation. Le *Grand Trunk* commandait un réseau de 4 181 kilomètres.

Par la construction, achevée en 1891, d'un tunnel sous la rivière Saint-Clair, le *Grand Trunk Railway* s'est assuré une nouvelle communication directe avec les réseaux du Michigan, et, vers la fin de 1890, le Gouvernement a complété le prolongement du chemin de fer intercolonial jusqu'au port oriental de Sydney (cap Breton). A la fin de 1888, on a construit une ligne directe et plus courte entre Montréal et Saint-John, qui traverse l'État du Maine et communique avec Montréal par un nouveau pont sur le Saint-Laurent. Au nord de Québec, de nouveaux chemins de fer donnent accès à la belle région agricole du lac Saint-John. Au nord d'Ottawa, une autre région agricole de grand avenir va se trouver ouverte; plus à l'ouest, une ligne en construction est sur le point de traverser la région située à l'amont de la rivière Ottawa.

A l'ouest de Winnipeg, le pays sera prochainement ouvert, vers le nord, par des lignes se rattachant au tronçon principal du *Canadian Pacific*. Déjà trois lignes, d'une longueur totale de 1 100 kilomètres, près du versant oriental des montagnes rocheuses, ouvrent l'accès d'une riche région, tandis que vers le sud de grands districts houillers sont déjà desservis.

Dans les anciennes provinces d'Ontario et de Québec, les parties méridionales sont couvertes d'un réseau de lignes. Actuellement, six chemins de fer convergent vers Québec, sept vers Montréal, sept vers Toronto, six vers Ottawa et neuf vers Winnipeg. Comme nous l'avons déjà fait remarquer, le gouvernement du Dominion, les gouvernements des provinces et les municipalités ont largement aidé à la construction des chemins de fer par des subsides et des concessions de terres. Jusqu'à la fin de juin 1894, le Gouvernement du Dominion, sans parler de ses propres lignes et de sa participation au *Canadian Pacific*, était intervenu dans la construction de 71 chemins de fer, jusqu'à concurrence de 56 250 000 francs; les Gouvernements des différentes provinces pour près de 150 millions de francs, et les municipalités pour près de 80 millions de francs.

Pour l'exercice fiscal clos le 30 juin 1894, le nombre de kilomètres de chemins de fer achevés appartenant à 71 Compagnies, non compris les lignes particulières des Compagnies exploitant des houillères, ou des mines de fer, était de 25 376 kilomètres. Le capital libéré s'élevait à 4 439 875 100 francs, les recettes brutes à 247 762 640 francs, et les dépenses d'exploitation à 176 092 165 francs, soit une recette nette de 71 670 475 francs. Le nombre des voyageurs transportés était

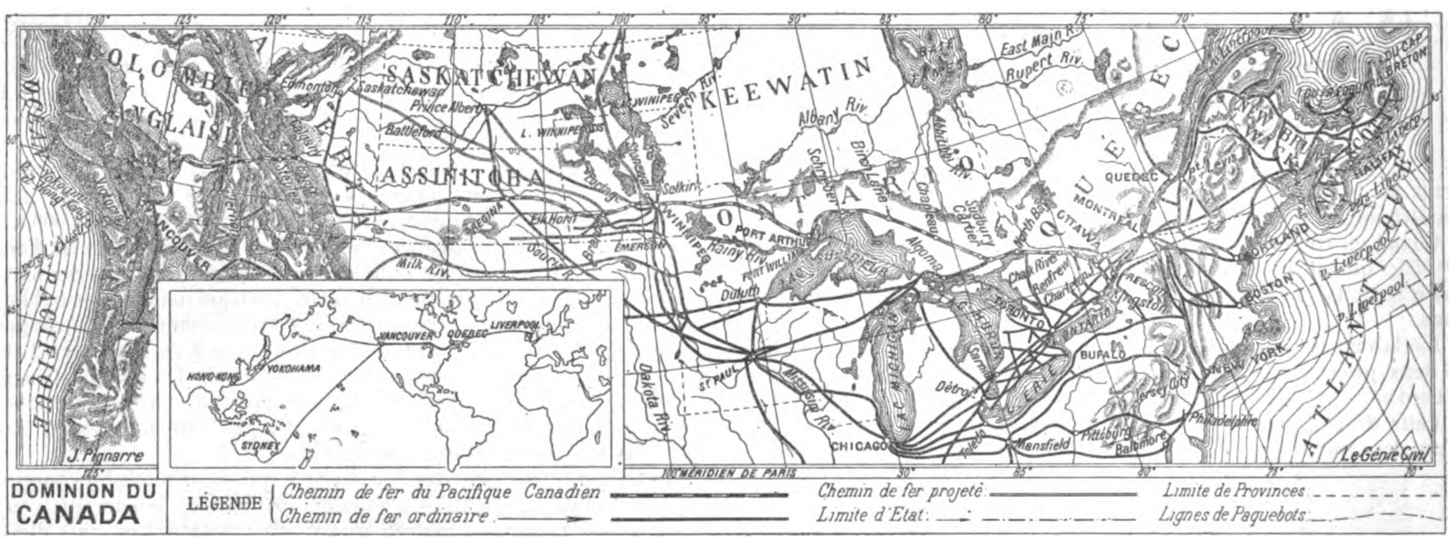


Fig. 1. — Carte des voies ferrées de la partie méridionale du Dominion du Canada.



de 14 462 498 et le nombre de tonnes de marchandises de 21 052 654. Le nombre de trains-kilomètres s'élevait à 70 459 526. La Compagnie du *Canadian Pacific Railway* possédait ou administrait, à elle seule, 9 860 kilomètres, et le *Grand Trunk Railway*, 5 082 kilomètres.

Le matériel roulant comprenait 2 002 locomotives, 1 861 voitures à voyageurs, 656 fourgons à bagages, 35 852 wagons à marchandises et à bestiaux et 19 603 wagons plats et autres.

Il reste à indiquer, pour autant que cela soit possible, les effets produits sur le pays par la construction des chemins de fer à travers ses différentes parties, et, dans ce but, on peut utiliser les données fournies par le recensement général, par les statistiques de douanes, de l'agriculture, de la poste, des institutions de banque, du commerce et de la navigation, et par les taxes municipales. Outre ces sources de renseignements, les relevés fournis au Gouvernement par les Compagnies de chemins de fer elles-mêmes, ont une grand valeur.

En 1861, la population du Haut-Canada (Ontario) était de 1 million 396 091 habitants; celle du Bas-Canada (Québec) de 1 111 568; celle du Nouveau-Brunswick, de 252 049; celle de la Nouvelle-Écosse, de 330 857 et celle de l'île Prince-Édouard de 80 857 habitants. Les territoires du nord-ouest et la Colombie britannique ne sont pas compris dans ces chiffres, puisque, à cet époque, ils ne faisaient pas partie du Dominion. Le Manitoba n'avait pas alors d'existence séparée, ayant été formé de territoires du nord-ouest, après leur acquisition par le Dominion en 1870. On ne possède pas de relevés de population pour ces trois régions, mais, en dehors des tribus indiennes, elles étaient pour ainsi dire désertes.

En 1871, la population du Dominion était de 3 659 257 habitants. Les territoires comprenant quatre districts à l'ouest, du Manitoba aux Montagnes Rocheuses, et occupant une surface de 763 971 kilomètres carrés, ne comptaient que 18 000 habitants; les territoires non organisés occupant une surface de 5 377 927 kilomètres carrés en contenaient 30 000.

Le recensement de 1891 a indiqué une population totale de 4 millions 833 239 habitants, soit aujourd'hui 5 millions d'habitants environ, dont une population urbaine totale de 1 390 910 habitants.

Deux villes contiennent plus de 100 000 âmes : Montréal, avec 216 650, et Toronto, avec 181 220 habitants.

Sept villes possèdent moins de 70 000 et plus de 25 000 habitants, en y comprenant Winnipeg, dont l'accroissement a été de 221, 1 % pendant la décade.

En 1891, on comptait 11 547 994 hectares de terres défrichées contre 8 857 765 hectares en 1881, et 7 015 181 hectares, en 1871.

On peut se rendre compte, par le tableau suivant, du développement de l'industrie :

	1871	1881	1891
	—	—	—
Nombre d'établissements . . .	»	49 923	75 768
Capital engagé . . . . . Fr.	389 820 100	826 513 115	1 769 184 985
Nombre d'employés	187 942	254 935	367 865
Salaires payés. . . . . . Fr.	204 255 095	297 145 010	498 812 205
Coût de la matière brute . . .	624 539 230	899 592 965	1 279 916 095
Valeur des produits	1 108 088 865	1 548 380 340	2 378 227 525

Sur le total des établissements du Canada, 1 675 avaient une production de 250 000 francs et plus · 899 de 250 000 à 500 000 francs; 776 de 500 000 francs, et 2 de 5 millions de francs et au-dessus.

En 1891, il y avait 23 552 agents de chemins de fer, dont 4 204 mécaniciens et chauffeurs ; 13 417 mineurs, dont 5 660 dans la Nouvelle-Écosse et 4 591 dans la Colombie britannique : 12 319 bûcherons et conducteurs de radeaux, dont 1 512 dans la Nouvelle-Écosse, 1 240 dans le Nouveau-Brunswick et 1 119 dans la Colombie britannique; 20 779 pêcheurs, dont 14 478 dans la Nouvelle-Écosse, 2 926 dans le Nouveau-Brunswick et 3 798 dans la Colombie britannique.

Pour l'exercice clos le 30 juin 1894, le commerce total d'importation et d'exportation du Canada s'élevait à 1 204 999 445 francs, en comparaison d'un total de 655 137 660 francs en 1868. Toutefois, la valeur seule ne permet pas de se faire une idée exacte de cet accroissement, les prix, depuis 1868, ayant baissé d'au moins 33 %. En prenant les bases de 1868 et en les appliquant à la statistique du commerce de 1894, on arrive à un chiffre de 1 525 millions de francs. C'est d'après ce chiffre qu'on peut apprécier l'augmentation du commerce comme quantité.

L'échange des produits d'une province à l'autre est aujourd'hui évalué à 500 millions de francs; en 1868, il n'était que de 20 millions. Cette augmentation doit être entièrement attribuée au développement des chemins de fer.

Le long de la ligne principale du *Canadian Pacific*, d'Ottawa à Vancouver, il existe 206 stations; les centres de populations qu'elles desservent ayant, à très peu d'exceptions près, pris naissance à la suite de la construction du chemin de fer, et tous, sans exception, lui devant leur développement. En différents points de cet immense trajet, ces stations sont devenues des centres d'industries minières, forestières, manufacturières et agricoles importantes.

On aurait tort de croire que la plupart de ces stations sont autre chose que de simples points d'arrêt desservant des établissements agricoles ou miniers établis dans le voisinage; cependant, toutes les villes importantes offrent amplement le confort et les commodités modernes. L'éclairage et les moyens de locomotion par l'électricité, de bonnes rues, de grands édifices publics, des distributions d'eau, de beaux hôtels, des magasins bien approvisionnés, des habitations particulières commodes, des églises, des écoles, des théâtres, placent ces villes de la prairie et de la côte à un degré d'avancement inconnu dans des villes du vieux monde beaucoup plus peuplées qu'elles.

La valeur de la propriété dans les *nouvelles* villes situées le long de la ligne atteint un total de plus de 500 millions de francs. La propriété, inutile et sans valeur vers 1880, a maintenant, par suite de la construction du *Canadian Pacific Railway*, une valeur imposable quatre fois supérieure à la dépense faite par le pays pour l'exécution de ce travail.

Aujourd'hui, il est possible à tous de parcourir en chemin de fer la distance (5 892 kilomètres) qui sépare Halifax, sur l'Atlantique, de Vancouver, sur le Pacifique, en 5 jours 1/4, pour la modique somme de 265 fr. 50. Il fallut deux mois à la première expédition, commandée par sir Garnett Wolseley, en 1870, pour parcourir, alors que les circonstances nécessitaient la plus grande hâte, les 727 kilomètres seulement séparant l'amont du lac Supérieur de l'emplacement actuel de Winnipeg.

En 1868, l'année qui a suivi la Confédération, il existait 3 638 bureaux de poste et le nombre des lettres échangées ne dépassait pas 18 100 000. En 1894, il y avait dans le Canada 8 664 bureaux échangeant 130 840 000 lettres.

C'est, en outre, grâce à la construction du *Canadian Pacific* qu'il a été possible de créer sur l'Océan Pacifique une ligne de steamers ayant son point d'attache sur un sol britannique, et en relation avec le Japon, la Chine et l'Australie, par une route plus courte qu'aucune des routes anciennes. De Vancouver à Yokohama, on ne met que 11 jours 1/2; Hong-Kong est à 19 jours, et Sidney à 23 jours du même port; encore ces délais réglementaires pourraient-ils, en cas de nécessité, être considérablement réduits.

Le Gouvernement du Dominion seul, depuis la Confédération de 1867, a dépensé, pour construire ses propres lignes et subventionner les entreprises privées de chemins de fer, une somme totale de 623 070 700 francs. Cet emploi des deniers publics a été judicieux, comme le démontre l'expérience. La politique prédominant au Canada comme aux États-Unis, consiste à encourager la colonisation et à créer des relations commerciales, en fournissant d'abord des facilités de communication : c'est incontestablement la politique la plus conforme aux intérêts de ce pays neuf.

P. J.

CONGRÈS

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

Congrès de 1896.

Le premier Congrès annuel de la Société des Ingénieurs civils de France s'est tenu, les 17 et 18 décembre dernier, dans l'hôtel que la Société vient de faire construire à Paris, 19, rue Blanche. L'ouverture de ce Congrès, qui coïncidait avec l'inauguration du nouvel hôtel, a eu lieu sous la présidence de M. Bouquet, directeur du personnel et de l'enseignement technique, représentant M. Henry Boucher, ministre du Commerce et de l'Industrie.

Les Congrès de la Société des Ingénieurs civils ont été créés surtout dans le but d'attirer, chaque année, à Paris, à une époque déterminée, les membres qui sont établis en province, et la date en a été fixée au mois de décembre, au moment où la Société est appelée à procéder à l'élection de son comité et de son bureau.

Nous nous proposons de donner ici une analyse succincte des communications qui ont été présentées à ce premier Congrès.

Séance du 17 decembre. — I. — Dans sa communication sur les *Locomotives américaines*, M. Aug. Moreau fait tout d'abord ressortir le développement extraordinaire pris par les chemins de fer américains dans ces dernières années, développement qui est dû aux besoins importants et multiples auxquels ces moyens de transport devaient satisfaire. Les locomotives américaines ont pour caractéristique leurs dimensions et leur grande puissance ; le parcours annuel qu'elles effectuent est beaucoup plus grand qu'en Europe et elles restent constamment en feu jusqu'à réparation obligatoire.

La première locomotive américaine ne date que de 1829 et 61 ans après, en 1890, les États-Unis possédaient 267 000 kilomètres de lignes en exploitation, avec 32 241 locomotives, soit une machine par 8km,3.

Ces machines se réduisent à quatre types correspondant aux divers services. Elles se distinguent toutes des machines françaises par une construction plus rustique, plus économique, et par quelques particularités spéciales, comme les roues en fonte, le foyer en acier, les

chasse-bœufs et la forme caractéristique des cheminées. Depuis quelques années, les machines compound prennent de l'extension.

M. Auguste Moreau termine en disant que, grâce à l'économie réalisée et au petit nombre des constructeurs qui fabriquent toujours les mêmes modèles en grande quantité, on est arrivé à faire baisser le prix de revient des locomotives américaines, qui est actuellement de 85 à 90 centimes le kilogramme, prix inconnu en Europe.

II. — M. G. Margaine présente ensuite une communication sur les *Accumulateurs électriques*.

L'orateur examine sommairement les différents types d'accumulateurs et établit les différences qui existent entre les accumulateurs à formation artificielle et ceux du genre Planté. Il conclut à la nécessité de constituer un élément homogène et élastique au point de vue électrique et mécanique. Cette solution a été heureusement résolue par M. G.-R. Blot dans son accumulateur à « navettes ». La construction de cet accumulateur est simple : deux rubans de plomb de 5 millimètres d'épaisseur, l'un strié, l'autre strié et gaufré, sont enroulés alternativement autour d'une âme de plomb; cet enroulement constitue la navette qui, sectionnée en deux parties égales, forme les demi-navettes qui seront montées en quantité dans des cadres appropriés et en nombre suffisant pour permettre la construction d'une plaque quelconque. Sous un poids de 3 kilogr., la plaque présente une surface utile d'un mètre carré.

M. G. Margaine termine en insistant plus spécialement sur le rôle de l'accumulateur dans la traction électrique; d'après lui, l'élément à navettes, en raison même de sa grande élasticité et de sa grande capacité, résout heureusement ce problème.

III. — La première séance du Congrès se termine par la communication de M. P. Berthot sur de *Nouvelles recherches sur les forces mutuelles et leurs applications*.

M. P. Berthot rappelle, en le complétant, le mémoire qu'il a présenté, sur le même sujet, à la Société, en 1885; il a exposé dans son travail une formule générale dont se déduit la loi de Newton. Cette formule permet l'étude des mouvements intérieurs des corps, et en particulier de l'éther. L'auteur en déduit des relations inattendues sur le magnétisme du fer et la densité de la terre, sur les mouvements vibratoires intérieurs des corps, mouvements elliptiques, paraboliques et hyperboliques; il applique ces formules à l'étude des rayons cathodiques (rayons de Rœntgen).

M. Berthot termine sa communication en indiquant une relation empirique entre les rayons vecteurs des planètes, leur masse et l'intensité de la pesanteur à l'équateur de ces planètes.

Séance du 18 décembre. — I. — La deuxième séance du Congrès est ouverte par une communication de M. de Saintignon sur une *Nouvelle théorie des marées*.

L'auteur démontre que les actions dynamiques de la terre et du soleil, ne pouvant déterminer directement le mouvement général de l'Océan, devaient nécessairement, pour rompre l'équilibre, donner naissance à un mouvement de circulation ou moléculaire. D'après M. de Saintignon, c'est le mouvement horizontal qui seul cause la marée basse et la marée haute.

Or, tous les mouvements de circulation qu'on observe (le ballon, le nuage, la fumée qui s'élèvent) puisent leur force dans la différence d'attraction de la pesanteur.

En appliquant ce principe aux actions différentes des forces attractives des astres sur l'Océan et l'atmosphère, l'auteur donne l'explication des marées en ne tenant pas compte des courants de la mer et de l'atmosphère.

II. — M. A. Bert, dans sa communication sur le *Problème des marées*, dit que l'attraction de la lune et du soleil produit, à la surface des eaux qui recouvrent le globe terrestre, une grande ondulation, ainsi que des marées mesurables qui se produisent en tous lieux à douze heures et quelques minutes d'intervalle. Les marées ne peuvent avoir lieu, d'après M. Bert, que dans les profondeurs moyennes ou faibles.

III. — Dans sa communication sur les *Ventilateurs*, M. G. Hanarte prétend que, pour obtenir le plus économiquement possible le travail relatif à la ventilation, l'air doit d'abord être comprimé par réaction contre les parois et contre l'air contenu dans un réservoir, d'où il doit ensuite sortir dans l'atmosphère par un ajutage parabolique. La pression, un peu supérieure à la pression atmosphérique, est maintenue fixe dans ce réservoir au moyen d'un obturateur ou soupape réglant la section de sortie, comme le ferait la soupape de sûreté d'une chaudière à vapeur. D'après l'auteur, sur une mine à orifice équivalent, étroit de 0^{m2} 70, on pourrait arriver, par le moyen indiqué, à un rendement de 86 %.

C'est encore en tenant compte de la compressibilité de l'air, que M. Hanarte est parvenu (en recherchant les coefficients de contraction de l'air passant par différents orifices en mince paroi) à trouver que, contrairement à l'opinion jusqu'ici accréditée, les tubes manométriques, indicateurs de la dépression, doivent avoir leur ouverture disposée parallèlement à la direction du courant d'air, de façon que l'air, en passant par cette ouverture, ne puisse subir aucun choc ou recompression.

Cette constatation, contrôlée par les lois de la contraction, tendrait à infirmer l'exactitude des résultats obtenus par l'essai des ventilateurs tel qu'on le pratiquait jusqu'ici.

IV. — M. Brard entretient ensuite le Congrès d'un système de *Coussinets à serrage automatique*.

Il constate qu'avec l'augmentation du nombre des trains, de leur poids et de leur vitesse, on est arrivé, pour pallier à ces inconvénients, à renforcer considérablement les rails et les coussinets, mais qu'on a peu étudié l'assemblage de ces deux parties.

Après avoir énuméré les inconvénients que présentent les coins en bois ou en acier, qui seuls ont été appliqués jusqu'à ce jour, M. Brard décrit le système de coussinet qu'il a imaginé et qui diffère des autres par la suppression du coin et la présence d'une pièce mobile qui, au passage d'un train, vient opérer un serrage énergique contre le rail et établir une solidarité complète entre ces deux pièces.

D'après des expériences effectuées sur deux tronçons de voie en exploitation, le coussinet à serrage automatique semble répondre aux exigences du trafic, et présenter, en outre, certains avantages au point de vue de la facilité de pose et de dépose.

Ce premier Congrès s'est terminé par une allocution très applaudie de M. Molinos, président de la Société des Ingénieurs civils, qui a félicité les auteurs des intéressantes communications présentées au Congrès, ainsi que les nombreux membres de la Société qui étaient venus de la province et de l'étranger.

G. Baignères,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

CHIMIE INDUSTRIELLE

APPAREIL POUR LA PRODUCTION SIMULTANÉE DU GAZ D'ÉCLAIRAGE et du sulfate d'ammoniaque.

Le docteur Mond vient de réaliser un appareil permettant de produire en grandes quantités et à bon marché le sulfate d'ammoniaque. Il arrive ainsi non seulement à retirer le maximum d'ammoniaque de la houille, mais à produire, en outre, un gaz d'un pouvoir calorifique très élevé.

Dans l'installation que nous allons décrire [1], le côté économique a été étudié avec un soin tout particulier : ainsi, l'on a adopté un gazogène pouvant utiliser le combustible le meilleur marché, on a supprimé tout entraînement de poussières et de matières goudronneuses, enfin on emploie les vapeurs d'échappement et les chaleurs perdues pour réchauffer l'air comburant.

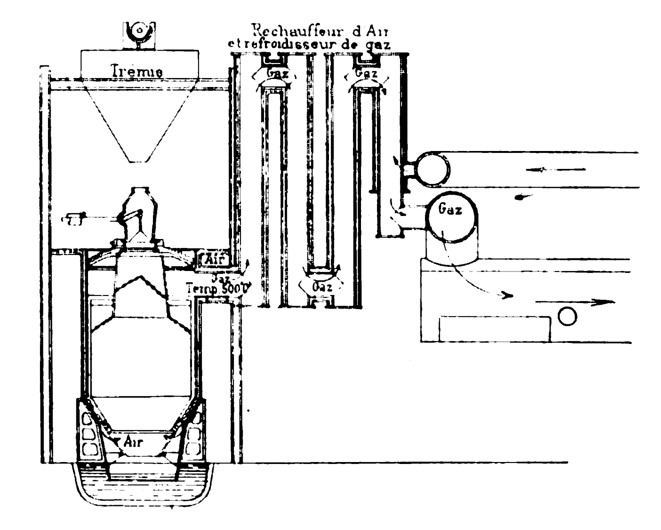


Fig. 1. — Gazogène de l'appareil Mond pour la production simultanée du gaz d'éclairage et du sulfate d'ammoniaque.

Il résulte des expériences du docteur Mond que la teneur de l'ammoniaque dans le générateur varie avec la température, et ceci d'une façon inverse, c'est-à-dire que cette teneur est maximum quand la température du gazogène est la plus basse possible, compatible, toutefois, avec une bonne combustion. Cette teneur dépend également de la quantité de vapeur introduite dans le générateur, et l'on obtient les résultats les plus favorables en employant deux tonnes et demie de vapeur pour chaque tonne de charbon consommée. Dans ces condi-

(1) D'après l'*Engineering and Mining Journal*.

tions, la qualité du combustible n'a plus une très grande importance, et l'on obtient d'excellents résultats en utilisant un charbon très ordinaire provenant d'une petite mine voisine.

On récupère environ 70 °/₀ de l'azote contenu dans la houille qui renferme 45 kilogr. de sulfate d'ammoniaque à la tonne.

A première vue, il semblerait, à cause de l'importante dépense de vapeur, que ce nouveau procédé fût loin d'être économique. Mais son auteur a disposé l'appareil de telle sorte qu'on utilise une grande partie de l'excès de vapeur, soit directement, soit sous la forme de chaleur latente. Si l'on ajoute qu'un tiers seulement de la vapeur envoyée dans le générateur se trouve décomposé et que les deux tiers sont entraînés par les gaz, on voit que le problème de la récupération de cette vapeur n'était pas chose simple.

Les gazogènes se composent d'un corps cylindrique terminé par un fond conique. Un appareil de 3ᵐ20 de diamètre sur 6ᵐ90 de haut peut traiter 24 tonnes de charbon en vingt-quatre heures. Le fond conique du gazogène est formé en partie par une grille qui présente en son centre un orifice circulaire à travers lequel les cendres tombent dans un water-lute (fig. 1).

Le dôme du générateur est conique et comporte une trémie pour l'entrée du charbon ; au-dessous du dôme se trouve une pièce fondue en forme de cloche qui reste toujours partiellement remplie de combustible.

Le corps du gazogène est à double paroi et l'air arrive saturé de vapeur à travers cet espace annulaire, se réchauffe, et pénètre par la grille conique dans le foyer.

On maintient l'appareil rempli jusqu'au cône renversé ou cloche. De cette façon le charbon qui tombe dans le générateur par la partie supérieure se trouve distillé d'abord comme dans les cornues ordinaires. Les gaz produits sont obligés de descendre à travers la masse en ignition et se débarrassent des vapeurs de goudron. En sortant du gazogène, la température de ces gaz varie de 450 à 500° C. ; ils passent dans une série de tubes en fer disposés en chicanes avant de pénétrer dans les laveurs.

Ces tubes sont également à double enveloppe, l'espace annulaire servant de passage à l'air saturé de vapeur qui circule en sens inverse et se rend au gazogène, ce qui permet de récupérer une grande partie de la chaleur.

En ce qui concerne l'enveloppe et les parois du générateur, leur usure est très faible et la production de mâchefer est pour ainsi dire nulle à cause de la basse température du foyer.

Au sortir des tubes, les gaz pénètrent dans une chambre partiellement remplie d'eau qui vient à l'encontre de ces gaz sous forme de jet. L'eau retient les poussières et la suie et abaisse la température jusqu'à environ 100° C. ; mais les gaz entraînent, par contre, de la vapeur d'eau qu'ils abandonnent en partie dans une première tour, en plomb, remplie de briques perforées. Cette chambre contient l'acide sulfurique destinée à l'absorption de l'ammoniaque.

En pratique, il est préférable de ne pas employer de l'acide pur, mais d'entretenir en circulation une solution convenablement concentrée de sulfate d'ammoniaque, dissous à 36 °/₀, qui renferme environ 2,5 °/₀ d'acide libre.

A intervalles de temps réguliers on soutire une certaine quantité de cette solution pour en retirer le sulfate d'ammoniaque produit et l'on retourne l'acide libre à la chambre.

Le gaz sortant de la première tour est à 80° C., et, comme il ne se trouve plus complètement saturé de vapeur d'eau, il ne se produit aucune condensation. Il pénètre dans une deuxième tour laveuse en fer remplie de blocs de bois perforés, et là, il se trouve en présence d'un courant d'eau froide ; il y a condensation et échange de température entre l'eau qui sort à 78° C. et le gaz qui quitte la chambre à 50° (fig. 2).

Le gaz est, dès lors, propre à la consommation.

L'eau quittant cette deuxième tour, et qui a été chauffée jusque vers 78° comme nous venons de le dire, est pompée dans une petite tour en fer où elle rencontre un courant d'air froid produit par un ventilateur. L'air se réchauffe à 74° environ, se charge de vapeur et circule ensuite autour des tubes de fer dont nous avons parlé plus haut (fig. 1), puis autour du gazogène pour pénétrer dans le foyer comme comburant.

Quant à l'eau qui a abandonné la plus grande partie de sa chaleur, elle est renvoyée comme eau froide dans la deuxième tour.

Grâce à ces divers cycles, la moitié de la vapeur exigée pour la combustion est recouvrée du gaz même et le complément est fourni par l'échappement des machines à vapeur.

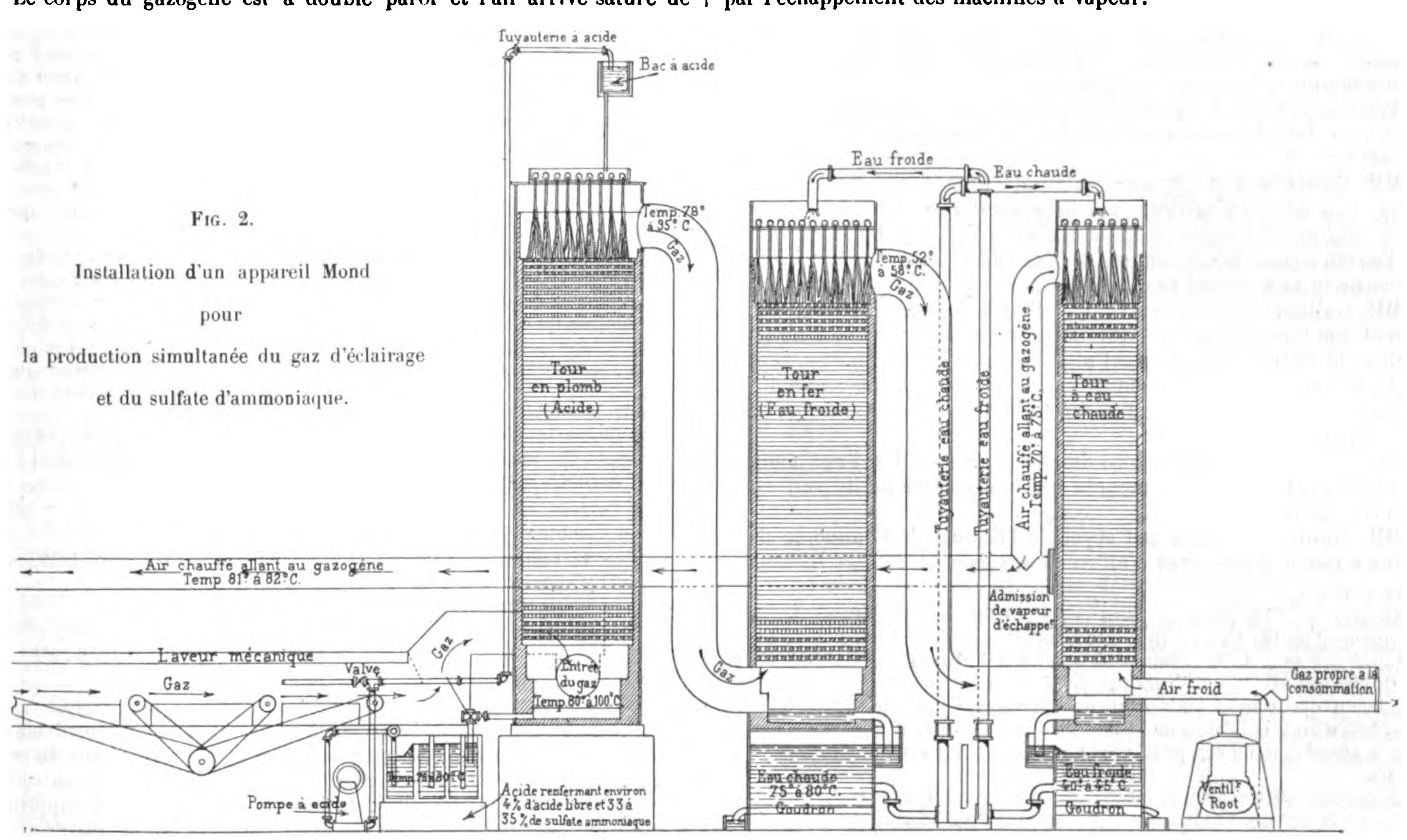


Fig. 2. Installation d'un appareil Mond pour la production simultanée du gaz d'éclairage et du sulfate d'ammoniaque.

La composition en volume du gaz sec ainsi produit est la suivante :

Acide carbonique	°/₀	17
Oxyde de carbone		11
Hydrogène		27
Azote		42,5
Huiles volatiles		0,4
Méthane		1,8

Le charbon employé pour sa production est de qualité très ordinaire ; sa composition est la suivante :

Matières volatiles, eau comprise	°/₀	33,5
Carbone non volatil		55
Cendres		11,5

La puissance calorifique du gaz est d'environ 80 °/₀ de celle du charbon qui a servi à le produire. Il conviendrait d'avoir sur ce point spécial quelques indications supplémentaires.

Dans les ateliers Brunner, Mond et Cᵒ, où dix de ces appareils sont actuellement en service, les frais moyens par tonne de sulfate produit n'excèderaient pas 100 francs [1]. Les bénéfices doivent être, par suite, considérables, car la tonne de sulfate vaut environ 212 francs.

Les frais de premier établissement d'une usine montée d'après les indications de M. Mond sont, par contre, élevés et ressortent à environ 500 000 fr. pour un appareil produisant 4 tonnes de sulfate d'ammoniaque par jour. Mais, en somme, ce prix n'atteint pas celui des appareils récupérateurs en usage dans la plupart des hauts fourneaux.

(1) Dans ce chiffre, on a déduit la valeur du gaz du prix d'achat du charbon.



JURISPRUDENCE

CHRONIQUE DE JURISPRUDENCE

Louage de services. — Grève. — Congé donné par le patron. Demande d'indemnité. — Prud'hommes. — Appel.

Avant même que l'article 1780 du Code Civil ne fût complété par les dispositions nouvelles que la loi du 27 décembre 1890 y a insérées, il était admis en doctrine comme en jurisprudence qu'en matière de louage de services, contracté pour une durée indéterminée, la liberté réciproque des parties est un principe essentiel. Chacune des parties pouvait donner congé à l'autre, mais la partie qui donnait congé devait respecter les délais d'usage sous peine d'être tenue à des dommages-intérêts. La loi du 27 décembre 1890 est venue accentuer les causes de responsabilité en pareille matière. Il ne suffit plus de respecter les délais d'usage; il faut encore que le congé, de quelque côté qu'il vienne, ne soit pas la manifestation d'une intention quelconque de nuire, ni même l'expression d'une volonté simplement capricieuse. Il peut y avoir, de part et d'autre, certains droits acquis à la continuation d'un travail ou à la conservation d'un emploi. Le congé qui lèse ces intérêts sans raison légitime, expose son auteur à réparer le préjudice qu'il a pu causer.

L'appréciation du caractère légitime ou illégitime du congé dépend exclusivement des circonstances. C'est au tribunal qu'il appartient d'estimer souverainement si ces circonstances justifient l'attribution d'une somme quelconque de dommages-intérêts.

Voici une espèce dans laquelle les juges ont dû apprécier des faits multiples dont le patron et l'ouvrier se faisaient grief réciproquement :

MM. Guillaumet et Cie, usiniers à Puteaux, renvoyaient, en juillet 1893, l'un de leurs ouvriers dont ils avaient à se plaindre. A la suite de ce renvoi, des troubles éclatèrent dans l'atelier et les camarades de l'ouvrier congédié déclaraient qu'ils se mettraient en grève si les patrons ne le reprenaient pas.

MM. Guillaumet, en présence de l'attitude de leur personnel, déclarèrent que tous les ouvriers qui ne seraient pas présents dans leurs ateliers le 25 juillet, ne feraient plus partie de la maison.

Au mépris de cet avertissement, l'un de ces ouvriers, nommé N... ne se représenta pour reprendre son travail que le 28. On refusa de le recevoir, et il fut congédié.

Alors N... assigna ses patrons devant le Conseil des Prud'hommes qui lui donna raison et lui accorda 100 francs d'indemnité pour cause de brusque renvoi.

MM. Guillaumet ayant fait appel, le Tribunal de Commerce de la Seine a rendu le jugement d'infirmation suivant :

Le Tribunal,

Attendu que les premiers juges ont été saisis par N... d'une demande en paiement de 400 francs à titre d'indemnité, pour le préjudice qu'il aurait éprouvé par suite de la privation de son emploi dans les ateliers des fils de A. Guillaumet et Cie, qui l'auraient congédié brusquement et sans motif;

Attendu que ceux-ci prétendent, au contraire, dans leur exploit d'appel, que, loin d'avoir été l'objet de la mesure de renvoi dont il leur est fait grief, N... a abandonné de son plein gré le travail qui lui était confié dans leurs usines;

Qu'en conséquence aucune indemnité ne saurait lui être allouée, contrairement à la sentence rendue par le Conseil des Prud'hommes du département de la Seine qui les a condamnés à lui verser la somme de 100 francs à titre de dommages-intérêts;

Qu'au surplus ils allèguent que, par son brusque départ, sans motifs légitimes, l'intimé leur aurait occasionné un préjudice dont ils évaluent la réparation à l'allocation d'une somme de 250 francs, montant de leur demande reconventionnelle;

Attendu que le débat ainsi précisé, il y a lieu, pour le Tribunal, de rechercher, dans l'examen des faits de la cause, les motifs ayant amené la rupture du contrat de louage d'industrie qui existait entre les parties;

Attendu qu'il convient tout d'abord d'observer que, dans les contrats de cette nature, il y a complète réciprocité d'engagements et d'obligations entre le patron et l'ouvrier; qu'en effet, aux termes de l'article premier de la loi du 27 décembre 1890, le louage de services, alors qu'il n'a pas de durée déterminée, peut toujours cesser par la volonté arbitraire d'une des parties contractantes; que néanmoins, dans ce cas, la résiliation du contrat, par la volonté arbitraire d'un seul des contractants, peut donner ouverture, en cas de préjudice, à une allocation de dommages-intérêts;

Attendu qu'aux termes du § 2 de la loi susvisée, l'allocation de ces dommages est purement facultative; qu'il appartient donc aux tribunaux d'apprécier si la résiliation du contrat, lorsqu'elle émane de l'une des parties seulement, est nécessaire, légitime et fondée.

Attendu que N... fait plaider que des dissentiments graves auraient éclaté entre les fils de A. Guillaumet et Cie et leurs ouvriers à la suite de mesures vexatoires dont un de leurs camarades aurait été victime et qu'une grève aurait été subitement décidée à raison de l'apposition dans les établissements des défendeurs d'une affiche ainsi conçue :

« Reconnaissant aux ouvriers le droit de quitter la maison quand bon leur semble, nous entendons maintenir notre droit de remercier tout ouvrier qui manque dans son travail et sommes obligés de maintenir la décision prise à l'égard d'un ouvrier qui, après plusieurs observations faites à des reprises différentes, n'en a tenu aucun compte. Nous considérerons comme ne faisant plus partie de la maison tout ouvrier qui abandonnerait aujourd'hui son travail. »

Que le fait par lui d'avoir participé à cette grève ne saurait être considéré comme un abandon de son travail sans esprit de retour, puisque l'état de grève, autorisé et reconnu par la loi comme légitime, n'est nullement assimilable à une rupture du contrat de louage;

Que, dès lors, en se refusant à lui laisser, le 28 juillet, reprendre le travail qu'il avait abandonné trois jours auparavant, les fils de A. Guillaumet auraient eux-mêmes rompu l'engagement qui les liait réciproquement et, de ce fait, se seraient mis dans l'obligation de lui servir, à titre d'indemnité, l'allocation de délai-congé qu'il leur réclame;

Mais attendu que, s'il est vrai qu'en suite de divers incidents, un certain nombre d'ouvriers, parmi lesquels se trouvait N..., ont, le 25 juillet 1893, brusquement cessé le travail, au milieu de la journée, il ressort des débats et des documents fournis au tribunal que le départ de ces ouvriers n'a point entraîné la grève dans le sens que le demandeur attache à cette expression, c'est-à-dire la cessation complète du travail, par tous les ouvriers, dans les ateliers de l'usine;

Que cet arrêt général, eût-il même été adopté par les ouvriers, ce qui n'est pas le cas en l'espèce, une telle décision ne pouvait autoriser N... à rompre instantanément, sans aucun avis préalable, le contrat de louage qui l'obligeait envers ses patrons;

Que si la loi du 25 mai 1864, dont il entend se prévaloir, ne considère plus les coalitions comme un fait délictueux, en tant qu'elles ne portent point atteinte à la liberté du travail, cette loi n'a point abrogé l'article 1780 du Code Civil, qui seul régit les rapports des parties dans le contrat de louage qui les lie par des obligations réciproques;

Et attendu qu'il ressort de nombreuses pièces versées aux débats que, dans la journée du 25 juillet, N..., ainsi que ses camarades, ont été invités à plusieurs reprises, par les fils de A. Guillaumet, à reprendre leur place dans les ateliers; qu'ils s'y sont énergiquement refusés, encore bien qu'ils n'aient formulé aucune plainte ni aucun sujet de réclamations susceptibles de motiver leur résistance aux appels qui leur étaient adressés; que, cependant, les portes de l'usine leur sont encore restées ouvertes pendant les journées des 26 et 27 juillet;

Que N... s'est obstinément cantonné dans son abstention de toute reprise de travail;

Que, dans ces conditions, il est constant pour le Tribunal que les fils de A. Guillaumet et Cie sont fondés à considérer le demandeur comme démissionnaire; que, dès lors, ce dernier doit s'en prendre à sa propre obstination de la rupture du contrat de louage d'industrie qu'il a provoquée et volontairement consommée; qu'il doit en supporter les conséquences sans en faire grief à ses patrons, contrairement à la décision prise par les premiers juges en la sentence susvisée, sentence dont il échet de prononcer l'infirmation.

Sur la demande reconventionnelle :

Attendu que les fils de A. Guillaumet et Cie n'établissent pas que le brusque abandon de son travail par N... leur ait causé un préjudice dont ils sont fondés à demander la réparation;

Qu'il n'échet, dès lors, de faire droit à leur demande;

Par ces motifs :

Infirme la sentence du Conseil des Prud'hommes du 4 août 1893, dont est appel, et statuant à nouveau :

Déclare N... mal fondé en sa demande, l'en déboute;

Déclare les fils de A. Guillaumet et Cie mal fondés en leur demande reconventionnelle, les en déboute, et les condamne aux dépens de cette partie de l'instance;

Et condamne N... au surplus des dépens.

Ce jugement est surtout intéressant en ce qu'il oppose au droit de coalition la nécessité de respecter les obligations qui résultent du contrat de louage. Sans doute, la cessation du travail, concertée entre les ouvriers, est un acte légitime; la loi du 25 mai 1864 a supprimé le caractère délictueux de l'état de grève. Mais l'exercice du droit de coalition n'autorise pas les ouvriers à cesser le travail instantanément sans aucun avis préalable. Le patron qui justifierait que cette cessation brusque du travail a été pour lui la cause d'un préjudice, serait parfaitement en droit d'en demander la réparation. C'est ce que le Tribunal de Commerce a reconnu implicitement puisqu'il n'a débouté les patrons de leur demande reconventionnelle qu'en raison de leur impuissance à établir que l'ouvrier leur ait causé un préjudice quelconque par l'abandon subit de son travail. Si cette preuve avait été fournie, la légitimité de la réparation que demandaient les patrons aurait été d'autant plus certaine qu'il n'y avait pas véritablement grève dans l'espèce dont il s'agit, le Tribunal appréciant que l'abandon du travail par quelques ouvriers, dont bon nombre de leurs camarades ne suivent pas l'exemple, constitue plutôt un fait de mutinerie qu'un véritable état de grève.

Louis Rachou,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

INFORMATIONS

Les chapes imperméables sur les ponts en maçonnerie.

Tous les Ingénieurs reconnaissent l'importance qu'il y a à munir les ponts en maçonnerie d'une chape aussi imperméable que possible afin de défendre les voûtes contre les effets destructeurs de l'infiltra-

tion des eaux fluviales. Cette chape se trouvant, surtout dans des ponts de chemins de fer, placée dans des conditions qui en rendent la surveillance impossible et les réparations très difficiles, il est nécessaire que du premier coup, avant d'être recouverte, elle soit rendue définitivement étanche. Autrefois, la construction de ces chapes n'avait lieu qu'au mortier de chaux ou de ciment, mais depuis déjà un certain nombre d'années, l'asphalte semble être le produit dont l'emploi tend le plus à se généraliser pour la confection de ces couches protectrices. M. Léon Malo, Ingénieur des Arts et Manufactures, qui depuis 40 ans a fait réaliser de grands progrès à l'industrie de l'asphalte, vient de publier dans la *Revue générale des Chemins de fer* (1), une note dans laquelle il donne d'utiles indications sur la façon d'obtenir les meilleures chapes avec ce produit.

M. Malo fait d'abord remarquer que la qualité essentielle que doit présenter une chape, pour réaliser le but auquel elle est destinée, c'est d'être imperméable d'une façon absolue et permanente. Pour conserver cette imperméabilité, la chape doit être légèrement élastique, de façon à pouvoir se prêter, sans se rompre, aux petits mouvements inévitables de la maçonnerie. Enfin elle doit pouvoir supporter, sans s'écraser, le poids parfois considérable des remblais ou des charges qui lui sont imposés.

Au point de vue de l'étanchéité et de l'élasticité, l'idéal de la chape serait une nappe de caoutchouc étendue sur l'édifice à assainir et épousant ses formes. Mais, d'une part, un tel préservatif atteindrait un prix excessif; d'autre part, il ne serait pas possible d'asseoir sur un pareil revêtement, sans le détruire, une épaisseur même relativement faible de matériaux de remblai ou de construction. Le ciment présente bien une imperméabilité et une dureté convenables, mais il n'est pas élastique et un léger tassement suffit pour fissurer une chape construite avec cette matière et lui faire perdre son étanchéité. Si ce tassement se produit après le parachèvement de l'ouvrage, il n'est plus temps de boucher les fissures; elles demeurent, et la maçonnerie reste exposée à l'humidité. L'asphalte, au contraire, joint à ses qualités d'imperméabilité et de dureté le grand avantage d'une élasticité suffisante pour se prêter, sans se rompre, aux tassements faibles, mais presque inévitables, de la maçonnerie.

Toutefois, pour que le mastic d'asphalte donne bien tous les résultats qu'on peut en attendre, il est nécessaire qu'il soit de bonne qualité, c'est-à-dire qu'il ait été fabriqué avec soin, avec des minerais naturels et du bitume minéral exempt de matières étrangères. De plus, sa mise en œuvre doit être faite avec quelques précautions indispensables pour assurer le succès. Deux cas peuvent se présenter : on a à recouvrir une surface se rapprochant plus ou moins de l'horizontale et dont l'inclinaison maximum ne dépasse pas 45°, ou bien on se propose de protéger des parois très inclinées ou même verticales.

Dans le premier cas, la surface à revêtir doit d'abord être recouverte d'un enduit en ciment, lissé à la truelle, et c'est sur cet enduit convenablement séché que l'on coule une couche de mastic d'asphalte pur, *non sablé*, de 10 à 20 millimètres d'épaisseur, suivant l'importance que l'on attache à l'étanchéité. La matière asphaltique est répandue sur la couche de ciment à une température de 150 à 160°. Si l'aire sous-jacente est encore humide, l'eau se convertira brusquement en vapeur qui soulèvera par cloches la couche bitumeuse et crèvera ces cloches pour s'échapper en fumerolles, en laissant un vide surmonté d'un trou extrêmement fin. Il faut alors lisser la surface avec un fer chaud, de façon à niveler les cloches et à fermer les trous. Si l'on craint que cette opération ne fasse pas disparaitre complètement les trous microscopiques produits par l'échappement de la vapeur d'eau, il convient, pour s'assurer une imperméabilité absolue, de superposer au premier lit d'asphalte une deuxième couche qui donne absolument toute garantie. Lorsque la couche asphaltique est refroidie, il faut avoir soin, en remblayant par dessus, d'y répandre d'abord de petits matériaux; les grosses pierres jetées sur l'asphalte durci, particulièrement lorsqu'il fait froid, pourraient fendre ou étoiler la croûte et créer, par la suite, des infiltrations.

Lorsqu'on a à recouvrir d'une chape en asphalte des surfaces très inclinées, par exemple, l'extérieur d'une culée ou les parois d'un égout, le mode d'emploi est un peu différent. Les surfaces à imperméabiliser sont revêtues d'abord d'un enduit de ciment, auquel on laisse, cette fois, une surface rugueuse, au lieu de la lisser à la truelle. Si cet enduit n'est pas sec, on doit le chauffer avec des tôles rouges, pour en chasser l'humidité. On fait alors bouillir, dans une chaudière, du bitume de même nature, autant que possible, que celui qui se trouve à l'état naturel dans l'asphalte et, lorsque ce bitume a atteint 180 à 200°, on en asperge avec un pinceau la paroi destinée à recevoir le revêtement asphaltique, mais en ayant soin que l'épaisseur de ce badigeonnage soit aussi faible que possible. Puis, on applique la couche d'asphalte à la truelle ou avec une batte en bois, comme on fait d'un mortier ordinaire, mais en la maintenant en place et en la lissant sans relâche jusqu'à ce que le refroidissement lui ait donné assez de consistance pour l'empêcher de couler le long des parois. On obtient ainsi une couche parfaitement hydrofuge et adhérant très énergiquement aux parois sur lesquelles elle est appliquée.

La résistance de l'asphalte à l'écrasement permet, en outre, de l'employer pour assainir les murs dont le pied repose dans un terrain humide. Une couche de 20 millimètres d'épaisseur, intercalée dans le mur à une certaine hauteur au-dessus des fondations, suffit pour protéger toute la partie supérieure contre l'humidité, quelle que soit la quantité d'eau qui se trouve à la partie inférieure.

A. D.

(1) Livraison de juillet 1896.

Production de minerais de manganèse en Russie.

Nous extrayons d'une étude publiée récemment par la *Métallurgie*, les renseignements suivants sur l'industrie manganésifère en Russie.

Les gisements de minerais de manganèse de la Russie se rencontrent dans trois régions différentes, savoir : dans les monts Ourals, dans le gouvernement d'Ekaterinoslaw et au Caucase.

Ces derniers, qui ont été découverts en 1879, sont de beaucoup les plus importants, et les mines les plus riches sont situées dans les environs de Charopan, dans le gouvernement de Koutaïs. Les couches de minerai, qui sont presque horizontales, s'étendent sur une superficie de près de 26 kilomètres carrés et ont une épaisseur minimum d'environ 2m25. La teneur en manganèse des minerais triés n'est jamais inférieure à 50 % et la quantité de phosphore qu'ils renferment ne dépasse pas 0,16 à 0,17 % en moyenne. Les mines sont reliées au port de Poti, sur la mer Noire, au moyen d'un chemin de fer de 175 kilomètres de longueur et leur exploitation se fait dans des conditions tellement favorables que, malgré de nombreux obstacles naturels, elles peuvent fournir environ la moitié du minerai consommé dans le monde (le chiffre des exportations s'élève à 160 000 tonnes par an). Le minerai est exporté principalement en Angleterre, en Allemagne, aux Etats-Unis et en France.

On a projeté souvent de produire du ferro-manganèse au Caucase même, mais cette idée n'a pu être mise à exécution, à cause du manque de charbon à coke.

Si l'on compare les gisements de minerai de manganèse des divers pays, on voit que la Russie est non seulement le principal producteur, mais que le chiffre de sa production augmente constamment. En 1894, les mines russes ont produit 244 972 tonnes de minerai de manganèse, alors que la production de tous les autres pays réunis ne s'est élevée qu'à 193 000 tonnes. Pendant l'année 1895, la production de la Russie s'est élevée à 248 000 tonnes, le chiffre de la consommation dans le monde ne dépassant pas 450 000 tonnes.

La concurrence croissante des minerais du Caucase a eu pour conséquence de faire diminuer la production dans la plupart des pays, excepté au Chili, en France, en Allemagne et au Japon.

Les exportations de minerais de manganèse de la Russie ont suivi une progression très rapide pendant les dix dernières années. De 36 017 tonnes en 1885, elles se sont élevées à 165 550 tonnes en 1895. Ce dernier chiffre se répartit comme suit par pays de destination :

	Tonnes.
Grande-Bretagne	62 178
Allemagne (directement)	5 913
Allemagne (*vià* la Hollande)	51 498
France	148
Belgique	1 951
États-Unis	42 833
Pays divers	1 029
TOTAL	165 550

Le chiffre de la production des mines de Charopan dépasse constamment celui de la demande par suite de la richesse des couches, de leur exploitation facile et du grand nombre de producteurs.

Les gisements de minerais de manganèse de l'Oural ont relativement peu d'importance et, parmi les autres gisements de Russie ceux d'Ekaterinoslaw peuvent seuls mériter une mention spéciale. C'est en 1885 que ces derniers gisements furent découverts et leur production annuelle atteint, actuellement, environ 80 000 tonnes. Le minerai de cette région était, jusqu'à ce jour, de qualité inférieure et ne contenait environ que 15 % de manganèse; mais on vient, paraît-il, de découvrir, dans le même district, des gisements beaucoup plus riches qui pourront probablement servir à alimenter les hauts fourneaux de la Russie méridionale et supplanter ainsi les minerais du Caucase.

Varia.

Exposition internationale de Bruxelles en 1897. — M. H. Boucher, ministre du Commerce et de l'Industrie, vient d'instituer les Comités chargés de statuer sur l'admission des exposants français et sur l'installation de leurs produits dans les locaux de l'Exposition internationale de Bruxelles.

Le travail des Comités sera revisé par une Commission composée des présidents de ces Comités et soumis ensuite à l'approbation du ministre du Commerce et de l'Industrie.

Les travaux des Comités et de la Commission de revision devront être terminés au plus tard le 1er mars 1897.

∴

Exposition à Lille en 1897. — Le 1er mars 1897 s'ouvrira, à Lille, une Exposition internationale d'hygiène, d'alimentation et d'art industriel, organisée par l'Association pour le Progrès de l'Hygiène. La fermeture de l'Exposition est fixée au 26 avril 1897.

∴

Société technique de l'Acétylène. — Il vient de se fonder à Paris, sous la dénomination de « Société technique de l'Acétylène et des industries qui s'y rattachent », une Société ayant pour but : d'éclairer, par la discussion et le travail en commun, les questions relatives à l'acétylène et à ses applications; de concourir au développement de cette nouvelle industrie et d'en défendre les intérêts.

Le Bureau pour l'année 1897 est ainsi constitué :

MM. G. TROUVÉ, président; HOSPITALIER et FOREST, vice-présidents; J. DREYFUS, trésorier; DE PERRODIL et DOYER, secrétaires.

Le siège social est 19, rue Blanche (Hôtel de la Société des Ingénieurs civils de France).

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 28 décembre 1896.

Mécanique analytique. — *Sur le mouvement d'un solide dans un liquide indéfini.* Note de M. W. Stekloff, présentée par M. Appell.

Mécanique. — *Sur une machine thermique.* Note de M. Delsol.

Cette machine est destinée à recueillir le travail produit par le gaz qui se dégage d'une solution d'ammoniaque, quand on la chauffe. Elle se compose de : 1° une chaudière à la température absolue t; 2° un condenseur à la température absolue t'; 3° un mécanisme semblable à celui d'une machine à vapeur à détente et à condensation ; 4° un appareil A à double circulation d'eau.

La chaudière contient une solution ammoniacale saturée à la température t et sous la pression P; le condenseur, une solution ammoniacale saturée à la température t' et sous la pression P'; t et P, d'une part, t' et P', d'autre part, sont déterminés de manière que la solution contenue dans le condenseur soit plus riche que celle de la chaudière.

On prend au condenseur, pour l'envoyer dans A, le poids de solution nécessaire pour qu'il s'en dégage dans la chaudière 1 kilogr. d'ammoniaque. De A la solution passe dans la chaudière; l'ammoniaque se dégage et va dans le mécanisme, où elle agit d'abord à pleine pression, puis en se détendant adiabatiquement, jusqu'à ce qu'elle ait la pression P' du condenseur, où elle est alors envoyée. La solution appauvrie revient de la chaudière à A, où elle circule en sens inverse, et de là au condenseur, où elle redissout l'ammoniaque détendue. Le cycle est ainsi clos.

A est disposé de manière que la chaleur perdue par la solution pauvre, quand elle revient de la chaudière au condenseur, soit complètement utilisée à réchauffer la solution riche qui va du condenseur à la chaudière. Cette dernière contenant plus d'ammoniaque, il faudra, pour la porter à la température de la chaudière, lui donner encore un supplément de chaleur k, qui est au plus égal à la chaleur nécessaire pour porter de 30° à 70° C. un kilogramme d'ammoniaque liquide. Il est donc certainement plus petit que 40 calories.

Mécanique céleste. — *Sur la méthode de Bruns.* Note de M. Poincaré.

Astronomie. — *Nébuleuses nouvelles, découvertes à l'Observatoire de Paris.* Note de M. G. Bigourdan, présentée par M. Lœwy.

Nomographie. — *Sur l'emploi des systèmes réguliers de points cotés dans la représentation des équations.* Note de M. Maurice d'Ocagne.

Physique mathématique. — 1° *Sur le problème des membranes vibrantes.* Note de M. Le Roy, présentée par M. Poincaré.

2° *Méthodes de calcul en électromagnétisme.* Note de M. Vaschy.

Physique. — *Action des rayons X sur les diélectriques gazeux.* Note de M. L. Benoist, présentée par M. Lippmann.

Physique appliquée. — *Nouveaux faits de radioscopie de lésions intrathoraciques.* Note de M. J. Bergonié, présentée par M. Bouchard.

M. Bergonié a vérifié la parfaite coïncidence entre les zones de matité révélées par les moyens cliniques ordinaires et les zones d'opacité plus ou moins complète obtenues à l'examen radioscopique.

Électricité. — 1° *Différence d'action de l'état des surfaces polaires d'un excitateur sur les potentiels explosifs, statique et dynamique.* Note de M. Swyngedauw, présentée par M. Lippmann.

Lorsqu'on fait éclater successivement plusieurs étincelles entre les pôles d'un excitateur préalablement poli à l'émeri, les surfaces entre lesquelles éclatent les étincelles se ternissent par suite d'une oxydation des pôles. L'expérience a donné les résultats suivants sur l'influence de cette couche d'oxyde sur les potentiels explosifs, statique et dynamique.

Quand les surfaces polaires se ternissent sous l'action oxydante des étincelles :

1° Le potentiel explosif statique reste sensiblement constant ou semble plutôt diminuer légèrement;

2° Le potentiel explosif dynamique subit une augmentation qui peut être considérable (la distance explosive dynamique d'un excitateur poli peut être deux ou trois fois plus grande que celle de l'excitateur terni);

3° Le potentiel explosif dynamique peut varier dans de grandes proportions d'une étincelle à la suivante.

2° *Sur un tube de Crookes pour dynamos à courants alternatifs.* Note de MM. Oudin et Barthélemy, présentée par M. Bouchard.

On évite les inconvénients dus à l'asymétrie des électrodes et à la formation de foyers parasites nuisibles à la netteté de la radiographie, dans les ampoules ordinaires, en reliant les fils conducteurs à deux électrodes concaves en aluminium placées en face l'une de l'autre aux extrémités du tube, de telle sorte que leurs foyers coïncident en un point central. A ce point est placée une lame de platine inclinée de 45° sur la ligne axiale et symétriquement par rapport à chacun des miroirs concaves. Quand l'un des miroirs agit comme cathode, il envoie la totalité de ses rayons sur cette lame, qui les réfléchit sur un des hémisphères de l'ampoule; et de même pour l'autre.

3° *Sur le phénomène de Hall dans les liquides.* Note de M. H. Bagard, présentée par M. Mascart.

Chimie. — 1° *Action du lithium sur le carbone et quelques composés carbonés.* Note de M. Güntz.

2° *Action de l'acide carbonique des eaux sur le fer.* Note de M. P. Petit.

L'action du fer sur le bicarbonate de chaux et sur l'acide carbonique dissous permet d'expliquer l'attaque des tuyaux et réservoirs en fer par certaines eaux. Elle fournit aussi le mécanisme de l'épuration des eaux par le fer et de l'épuration des sirops de sucrerie par la limaille de fer.

3° *Sur l'action du phosphore sur le platine.* Note de M. A. Granger, présentée par M. Troost.

4° *Sur la réduction du wolfram par le charbon au four électrique.* Note de M. Ed. Defacqz, présentée par M. H. Moissan.

Un échantillon moyen de wolfram, soumis à l'analyse, a présenté la composition suivante :

	I.	II.
TuO^4	71,76 %	72,17 %
SiO^2	1,69 —	1,93 —
FeO	7,60 —	3,36 —
MnO	16,30 —	15,50 —
CaO	2,28 —	1,98 —

Cet échantillon a pu être réduit par le charbon avec facilité au four électrique et fournir de suite un métal assez pur : le manganèse et le calcium ont complètement disparu, le silicium et le fer ont diminué dans une notable proportion.

Chimie physique. — *Nouveaux exemples de dispersion rotatoire normale.* Note de MM. Ph.-A. Guye et P.-A. Melikian, présentée par M. Friedel.

Chimie générale. — 1° *Action exercée sur les solutions de sels haloïdes alcalins par les acides qu'elles renferment.* — Note de M. A. Ditte, présentée par M. Troost.

2° *Action du gaz chlorhydrique sur les sulfates alcalins.* — Note de M. Albert Colson, présentée par M. P. Schützenberger.

La décomposition du sel marin par l'acide sulfurique comprend deux phases bien connues : la formation du bisulfate et la transformation de celui-ci en sulfate neutre.

M. Colson a pensé que si la décomposition inverse était possible, elle présenterait également plusieurs phases, et qu'entre certaines limites de température, chacune de ces phases serait assimilable à la dissociation du carbonate de chaux, ou mieux à la transformation du cyanogène en paracyanogène. Il a montré ainsi que l'action de l'acide chlorydrique sur le sulfate de soude est une succession, ou plutôt une superposition de phénomènes de dissociation hétérogène.

Chimie organique. — 1° *Sur le chlorure cyanurique* Cy^3Cl^3. Note de M. Paul Lemoult.

2° *Sur la transformation des camphophénols sulfonés en orthocrésol dinitré.* Note de M. P. Cazeneuve, présentée par M. Friedel.

3° *Sur l'hexadiinediol.* Note de M. R. Lespieau, présentée par M. Friedel.

4° *Contribution à l'étude des bornéols et de leurs éthers.* Note de M. J. Minguin, présentée par M. Friedel.

Chimie analytique. — *Analyse optique des urines et dosage exact des protéides, des glucosides et des matières saccharoïdes non fermentescibles.* Note de M. Frédéric Landolph.

Minéralogie. — *Synthèse de la hauksite.* Note de M. A. de Schulten, présentée par M. Fouqué.

M. de Schulten est parvenu à reproduire artificiellement la hauksite dont la composition correspond à la formule $4Na^2So^4, Na^2Co^3$. La densité des cristaux est de 2,613 à 15°.

Géologie. — 1° *Observations sur quelques roches asphaltiques et sur l'origine de l'asphalte.* — Note de M. Stanislas Meunier.

M. Stanislas Meunier a trouvé un procédé de dosage rapide et exact de l'asphalte, dans l'emploi du sulfure de carbone. Ce réactif amène la décoloration complète des roches asphaltiques de Travers, et le résidu ne donne plus par la chaleur que des traces insignifiantes de matières bitumineuses. L'évaporation de la solution procure de l'asphalte pur.

2° *Sur les caractères identiques du phosphate riche dans les bassins de Paris et de Londres et sur l'âge tertiaire de ce dépôt.* — Note de M. N. de Mercey, présentée par M. Michel Lévy.

Les caractères présentés par le phosphate riche sont identiques dans les bassins de Paris et de Londres; ils permettent de conclure que ce dépôt résulte d'un enrichissement de la craie phosphatée dû à des actions mécaniques et chimiques dont la date doit faire attribuer la production du phosphate riche au commencement de l'âge tertiaire.

3° *Documents pour servir à l'étude géologique des environs de Luang-Prabang (Cochinchine).* Note de M. Counillon, présentée par M. Marcel Bertrand.

Hydrologie. — *Sur la Foiba de Pisino (Istrie).* Note de M. E.-A. Martel, présentée par M. Albert Gaudry.

Économie rurale. — *Observations générales sur les blés.* Note de M. Balland.

Les observations de M. Balland reposent sur l'examen de trois cents échantillons de blés, représentant la qualité moyenne des principaux blés du marché français; nous résumons ici les plus importantes :

1° Il n'y a pas de rapport entre le poids moyen des grains et l'essence des blés; on trouve des blés tendres, durs et métadins dont le poids moyen est identique;

2° La quantité d'eau trouvée dans les blés n'est pas constante; elle dépend, en particulier, de l'état hygrométrique de l'atmosphère;

3° Le rendement des blés en farine panifiable dépend de la cellulose, qui se trouve en plus forte quantité dans les blés tendres;

4° Les blés durs sont généralement plus azotés que les blés tendres;

5° Les blés les plus riches en amidon sont les plus pauvres en azote;

6° La composition des blés est étroitement liée au climat, au sol et au mode de culture.

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

Informação sobre o arrendamento das estradas de ferro, par Miguel de Teive e Argollo, directeur du prolongement du chemin de fer de Bahia à San-Francisco. — Bahia, imprimerie des Deux-Mondes, 1896.

Projet de table de triangulaires de 1 à 100 000, par A. Arnaudeau, ancien élève de l'École Polytechnique. — Une brochure in-8° jésus de 41 pages. — Gauthier-Villars, éditeurs, Paris, 1896. — Prix broché : 2 francs.

Le Génie Civil publie une analyse de tous les ouvrages techniques dont on lui fait parvenir deux exemplaires.

Le Gérant : **H. Avoiron.**

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 11. **N° 762.** Samedi 16 Janvier 1897.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Architecture** : Société des Ingénieurs civils de France. Inauguration du nouvel Hôtel de la Société, p. 161; G. Richou. — **Électricité** : Transmission de la puissance motrice à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer (*suite*), p. 162; G. Dumont et G. Baignères. — Perforation électrique d'une galerie, p. 165. — **Mines** : Mines d'Australie. Mine d'étain « Mount Bischoff » en Tasmanie (*planche XI*), p. 167. — **Industries textiles** : Garde-navettes pour métiers à tisser, p. 170; Henri Mamy. — **Chemins de fer** : Note sur la consommation d'eau des locomotives, p. 172. — **Constructions navales** : Le monitor *Amphitrite*, cuirassé garde-côtes de la marine des Etats-Unis, p. 173. — **Informations** : Machine à faire les clous et à clouer les boîtes, dite « Ductor », p. 175; — Procédé pour travailler et tourner le granit, p. 175; — Graisseur Ottewell à alimentation apparente, p. 175; — Nouveau procédé pour la conservation des viandes alimentaires, p. 175; — Varia, p. 175.

Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences, séance du 4 janvier 1897, p. 176.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 176.

Planche XI : Installations de la mine d'étain « Mount Bischoff » en Tasmanie (Australie).

ARCHITECTURE

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

Inauguration du nouvel Hôtel de la Société.

La Société des Ingénieurs civils de France vient de procéder à l'inauguration de son nouvel Hôtel qu'elle a fait construire par son architecte, M. F. Delmas, Ingénieur des Arts et Manufactures, professeur à l'École Centrale et ancien élève de l'École des Beaux-Arts. Cet Hôtel, édifié à Paris, 19, rue Blanche, dans un quartier plus central que l'ancien, présente sur ce dernier des avantages considérables. C'est ainsi que la superficie totale du terrain occupé passe de 200 à 707 mètres carrés, soit à plus du triple. La grande salle des séances, qui, dans l'ancien Hôtel, mesurait 120 mètres carrés et pouvait recevoir 150 personnes assises, atteint, dans le nouveau, 325 mètres carrés et comporte environ 500 places. Enfin, la bibliothèque à laquelle étaient affectés seulement 110 mètres carrés, avec des emplacements de 200 mètres carrés pour les dépôts de livres, prend, dans la nouvelle construction, une superficie de 200 mètres carrés pour la bibliothèque proprement dite, et de 400 mètres carrés, pouvant même être portée à 600 mètres carrés, pour les dépôts de livres. En outre, par suite des dispositions intérieures du bâtiment, l'architecte a pu disposer d'une surface de 200 mètres carrés spécialement consacrée à l'installation d'une sorte de cercle qui n'existait pas dans l'ancien Hôtel, et qui comprend un salon de conversation, des salles de lecture et un fumoir.



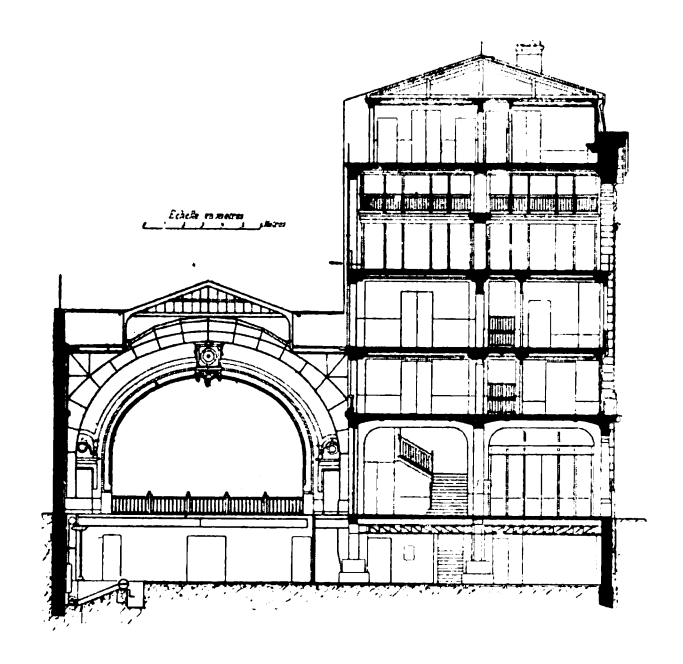
Fig. 1. — Nouvel Hôtel de la Société des Ingénieurs civils de France : Façade sur la rue Blanche.

Le changement de local et l'édification d'un nouvel Hôtel s'imposaient depuis longtemps à la Société des Ingénieurs civils. Fondée en 1848 avec 160 membres, cette Société occupa d'abord divers appartements plus ou moins appropriés à ses besoins, et ne put que vers 1870 réunir les ressources nécessaires à la construction d'un Hôtel digne de son importance et du nombre de ses membres, qui était alors de 1 000. La liste close au 31 décembre dernier comprend 2 724 membres Ingénieurs ou associés. Les installations précédentes ne suffisaient plus, et il devenait urgent de procéder à une extension considérable des locaux destinés aux séances, aux dégagements et à la bibliothèque.

On se souvient que le regretté Demimuid, architecte de l'ancien Hôtel, avait, l'un des premiers, en 1872, cherché, et rencontré avec succès un mode de décoration mettant en relief les éléments de la construction moderne, et faisant particulièrement valoir l'alliance alors nouvelle du fer et de la terre cuite plus ou moins ornementée. Ce parti, qui a été depuis lors l'objet de nombreuses imitations, l'avait conduit à une décoration à la fois sobre et élégante des poutres et caissons apparents des plafonds des salles de séances et de la bibliothèque.

M. Delmas ayant à édifier dans une période très courte

(neuf mois) près de 550 mètres carrés de bâtiment à toute hauteur, a eu recours, pour les caves, le plancher et les voûtes du rez-de-chaussée, à un procédé de construction relativement nouveau, tout au moins dans son application aux planchers, aux voûtes des bâtiments et aux arches des ponts: nous voulons parler du ciment armé. Confiné pendant longtemps à la fabrication des conduites ou des réservoirs, ce genre de matériaux, traité d'une manière rationnelle au point de vue de l'emploi combiné du métal pour les parties résistant à l'extension et du ciment pour celles exposées à la compression,



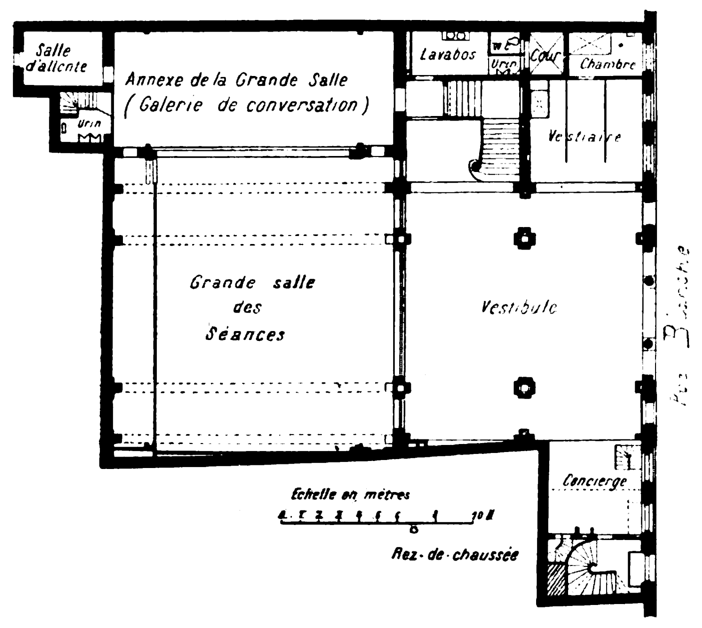


FIG. 2 et 3. — NOUVEL HÔTEL DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE: Coupe verticale, et plan du rez-de-chaussée.

prend aujourd'hui une importance considérable tant au point de vue de l'économie qu'à celui de la rapidité de la mise en œuvre.

L'Hôtel de la Société des Ingénieurs civils devait, pour être adapté aux habitudes professionnelles de ses membres, offrir le caractère d'une construction à la fois architecturale et industrielle. La façade présente une longueur de 30 mètres. Sans style absolument déterminé, elle accuse particulièrement les dispositions intérieures. L'accès du rez-de-chaussée est très largement ouvert par trois portes séparées par des colonnes, de manière à fournir au vestibule le maximum d'éclairement compatible avec sa profondeur. De chaque côté, trois fenêtres donnent jour, tant sur la loge du concierge que sur le vestiaire. Le premier étage offre au centre une très large baie avec remplissage en fer, qui monte de l'entresol à la partie supérieure de la construction, et embrasse ainsi les trois étages principaux. Elle éclaire à l'entresol le fumoir, au premier, la salle des employés du secrétariat et, au-dessus, la bibliothèque, par une grande verrière qui se répète sur la cour, à l'autre extrémité de la salle de lecture, établie parallèlement au fumoir.

A droite et à gauche de la grande baie centrale se trouvent, à chaque étage, trois fenêtres percées dans la pierre et accusant des pièces de moindre importance. Ce sont : à l'entresol, une salle de lecture pour les journaux et un salon de conversation complétant, avec le fumoir, le cercle dont nous avons parlé plus haut ; au premier étage, les cabinets du président et du secrétaire général de la Société; au deuxième, les dépôts de livres avec des annexes qu'indiquent de petites baies ménagées dans la frise.

Le comble contient un appartement pour le secrétaire général de la Société et un atelier de photographie donnant sur la cour.

Nous nous proposons de revenir, dans un autre article, sur les plans des divers étages, et sur les dispositions adoptées pour l'éclairage, qui est naturellement emprunté à l'électricité et comprend 500 lampes, pour le chauffage, qui est à eau sans pression, et pour la ventilation qui s'effectue par un lanterneau en verre disposé sur le comble de la grande salle.

Le vestibule offre une superficie de 125 mètres carrés, et donne un dégagement des plus faciles pour la salle des séances. Il est divisé en deux parties par des piliers qui supportent le plancher supérieur, et sa décoration consiste en caissons ornés de mosaïques et parois revêtues de stuc coloré en havane clair avec des rehauts d'or. Cette partie de la construction, complètement achevée aujourd'hui, est d'un très heureux effet, et le ton général des murs s'harmonise parfaitement avec la chaude lumière des lampes à incandescence.

Du vestibule, on a directement accès dans la grande salle des séances, dont le plancher est mobile et permet d'obtenir, par un mécanisme très simple reposant sur une combinaison de contrepoids et de treuils, soit une surface horizontale si l'on désire avoir une salle de réunion, soit une surface inclinée si la salle est utilisée pour les séances ordinaires de la Société.

A droite de la salle principale s'étend une salle annexe, qui peut lui être à volonté réunie, et lui ajouter ainsi 100 mètres carrés, ou en être séparée par un rideau de fer.

La construction est faite en tôle d'acier; l'ossature est constituée par quatre grands arcs jumelés avec piliers reposant sur le sol et sans poussée. Trois plafonds surbaissés en verre couvrent le milieu de la grande salle et la salle annexe.

Voici les hauteurs adoptées pour les différents étages :

Entresol, 3m 25;
Bureaux du secrétaire général et salle du Comité au premier étage, 3m 80;
Bibliothèque avec étage entresolé, 5 mètres. Sur une partie, afin d'augmenter la surface destinée aux dépôts de livres et d'en faciliter la manutention, escalier direct et pont de service;
Appartement du secrétaire général, 3m 20;
Grande salle, 10 mètres sous clef.

Tous les entrepreneurs sont membres de la Société et ont tenu à honneur de lui apporter leur concours dans des conditions exceptionnelles.

L'ensemble des constructions coûte 550 000 francs, soit environ 1 000 francs par mètre carré. Le prix du terrain s'est élevé à 400 000 fr. Les travaux ont commencé le 29 mars 1896 et la première séance tenue dans l'Hôtel a eu lieu le 17 décembre dernier [1]. Neuf mois ont donc suffi pour mener à bonne fin cette œuvre importante.

L'inauguration officielle en a été faite, le 14 janvier, par M. Félix Faure, Président de la République, accompagné de Mme Félix Faure et de sa maison civile et militaire, de MM. Boucher, ministre du Commerce et de l'Industrie, entouré des principaux chefs de services de son Ministère, Lebon, ministre des Colonies, de Selves, préfet de la Seine, le Commissaire général et les Directeurs de l'Exposition de 1900, les Ingénieurs de la Ville de Paris, etc., etc. Un grand nombre de membres de la Société ont pris part à cette fête dont l'un des principaux attraits consistait dans une séance artistique et littéraire à laquelle ont concouru des artistes de l'Opéra, de l'Opéra-Comique et de la Comédie-Française. Les invités étaient reçus par M. Molinos, président pour l'exercice 1896 pendant lequel a été édifié l'Hôtel, et par M. Ed. Lippmann, président pour l'exercice 1897, par l'architecte, M. Delmas, et par les membres du Comité de la Société des Ingénieurs civils.

G. RICHOU,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ÉLECTRICITÉ

TRANSMISSION DE LA PUISSANCE MOTRICE
à l'aide de l'électricité
aux engins des gares de chemins de fer.

(Suite [2].)

Examinons, maintenant, le parti que l'industrie des chemins de fer a tiré, jusqu'à ce jour, du système de transmission électrique de l'énergie, en suivant la classification indiquée au début de ce chapitre.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 10, p. 155.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 9, p. 133 n° 10 p. 149.



1° **Ateliers.** — Les ateliers de construction et de réparation du matériel de chemins de fer, pour locomotives et wagons, n'offrent aucune particularité qui les distingue des ateliers similaires de l'industrie privée.

Ces derniers ayant été conduits, ainsi que nous l'avons expliqué, à substituer aux transmissions purement mécaniques des transmissions électriques en adoptant, suivant le cas, un moteur spécial à chaque outil ou un moteur pour un groupe d'outils, il n'y avait aucune raison pour que l'exemple ne fût pas suivi par les Administrations de chemins de fer.

On peut, en effet, citer des exemples, peu nombreux, il est vrai, d'installations de ce genre tant en France qu'à l'étranger.

La Compagnie du Chemin de fer du Nord a eu recours à la transmission électrique lors de la réorganisation de son atelier de réparations du matériel télégraphique et elle déclare s'en trouver bien.

La Compagnie de l'Est ayant eu à installer un nouvel atelier de montage de locomotives à Épernay, a adopté la transmission électrique pour actionner des meules et des meuleurs répartis en certains points fixes, et elle a installé, en outre, de petits moteurs sur chariots pour actionner, par transmission, des flexibles destinés au perçage des plaques de foyers de locomotives.

Plus nombreux sont les exemples d'utilisation de l'électricité à la manœuvre des ponts roulants d'ateliers et à certains appareils de levage, comme, par exemple, la grue à palée, de 32 mètres de portée, installée, en 1893, aux ateliers de wagonnage de Romilly pour la manutention des bois en grume.

2° **Engins de manœuvre des locomotives et des wagons.** — Les engins qui servent à manœuvrer les locomotives et les wagons, dans les dépôts et dans les gares, sont :

Les ponts tournants de locomotives;
Les chariots transbordeurs de locomotives;
Les chariots transbordeurs de wagons à niveau ou à fosses;
Les plaques tournantes;
Les aiguilles de changement de voie;
Les cabestans qui permettent de tirer, à l'aide d'une corde, les wagons, pour les faire circuler sur une voie, pour les faire tourner sur plaques, ou enfin pour les faire monter sur le chariot transbordeur qui doit les mener d'une voie à une autre qui lui est parallèle.

Nous trouvons une application de l'électricité à la manœuvre de *chariots transbordeurs pour locomotives*, faite en 1890, en Amérique, par la Wisconsin Railroad Company.

Le transbordeur est construit pour supporter des machines du poids de 55 tonnes. La longueur de course est de 80 mètres, la vitesse requise de 46 mètres par minute.

Le moteur et la transmission sont placés au milieu de la voie.

Le moteur de 15 chevaux tourne au maximum à pleine charge à 800 tours par minute. La transmission réduit cette vitesse dans le rapport de 16 à 1.

Le mouvement du pont est commandé par un seul levier.

L'énergie électrique est fournie par une dynamo à lumière placée à 80 mètres environ.

La communication avec le moteur est établie par deux roulettes glissant sur deux fils aériens en bronze silicieux.

Par le mouvement d'un levier, l'axe principal du pont peut être débrayé et le moteur couplé avec un cabestan permettant de tirer les machines et wagons d'une distance de plus de 50 mètres [1].

L'année précédente, d'autres Compagnies de Chemins de fer américains avaient fait construire des *transbordeurs électriques pour wagons*, savoir :

a) La Compagnie Chicago Burlington and Quincy Railway d'Aurora (Illinois);

b) La Compagnie Pensylvania Railroad, qui fit transformer, à la suite de l'essai fait par la Compagnie précédente, le chariot de sa gare d'Altona en un transbordeur électrique.

La plate-forme du chariot a une longueur de 18 mètres et une largeur de 5m 20; sa course est de 90 mètres. Elle repose sur quatre trucs roulant sur huit rails. Le mouvement est communiqué par un moteur électrique de dix chevaux suspendu au centre de la plate-forme entre les deux trucs centraux et qui fait tourner les quatre roues extérieures. Un levier permet de désembrayer le moteur d'avec les roues motrices pour l'appliquer sur un cabestan placé au centre de la plate-forme et qui sert à y faire monter les wagons. Un commutateur situé également au centre de la table sert à régler la vitesse du moteur, à mettre en marche et à arrêter la plate-forme. Le courant arrive au moteur par un conducteur disposé entre les rails centraux et le contact a lieu par un galet qui se trouve pressé par un ressort contre le conducteur.

La force motrice est fournie par une dynamo située à 150 mètres.

Le principal avantage que la Compagnie américaine a trouvé dans la substitution de l'électricité à la vapeur réside dans le faible poids et le peu de place de l'appareil moteur placé sur la plate-forme puisque, dans le cas particulier, le moteur ne pèse que 360 kilogr. Enfin les manœuvres sont aussi aisées que possible [1];

c) La Fitschburg Railroad Company, qui a fait installer dans sa gare de Fitschburg un transbordeur électrique pour desservir 48 voies entre deux garages parallèles de 150 mètres de long.

La dynamo motrice du pont fait tourner, par un train d'engrenages, un manchon qui entraine dans son mouvement d'embrayage les roues du chariot. Le pont porte un cabestan qui est mis en mouvement par la dynamo et remorque les wagons des voies latérales au chariot transbordeur.

On peut renverser la marche du moteur en changeant le calage des balais.

La réceptrice reçoit son courant des dynamos qui éclairent les ateliers.

Le transbordeur est desservi par trois hommes, qui font quatre fois l'ouvrage qui exigeait autrefois l'emploi de douze hommes, d'une locomotive et de son mécanicien [2];

d) La Compagnie des Chemins de fer de Madrid à Saragosse et à Alicante, en faisant l'étude des installations électriques de la nouvelle gare de Madrid-Atocha, a eu l'idée de faire marcher le chariot transbordeur à niveau qui dessert la halle des voyageurs et la remise des voitures au moyen d'un moteur électrique.

Le chariot moteur est attelé au chariot transbordeur au moyen de deux bielles; on en trouvera la description, ainsi que le croquis, dans la troisième partie de notre étude;

e) Les Chemins de fer de l'État ont fait, à Saintes, une application intéressante de l'électricité à la commande de chariots sans fosse destinés au transbordement des voitures. Nous en donnerons également une description détaillée dans la troisième partie de notre travail.

Enfin en 1892, M. Bork a proposé d'employer l'électricité au service du triage des wagons dans les gares de marchandises en se servant de chariots transbordeurs électriques.

L'auteur décrit un pont roulant employé depuis 1890 aux ateliers généraux de Tempelhof et qui a servi de modèle à la Société générale d'électricité de Berlin pour la construction d'appareils analogues et de plaques tournantes.

Partant de là, l'auteur préconise d'effectuer l'opération du triage des wagons, non plus par la méthode actuellement adoptée qui consiste à pousser les wagons dans la voie voulue au moyen de locomotives, mais bien au moyen de ponts roulants transportant les wagons sur la voie qui leur est assignée.

Pour pousser un wagon sur le pont, déplacer ce dernier et repousser le wagon dans la nouvelle voie, il faut, dit-il, en moyenne, de trois quarts de minute à une minute.

Si l'on dispose, par exemple, de quatre ponts roulants, on peut déplacer dans une minute de quatre à cinq wagons. Lorsque tous les wagons sont triés, les nouveaux trains formés sont ramenés sur les voies principales.

M. Bork fait ensuite une évaluation comparative de la dépense à laquelle conduit le procédé de triage actuel par locomotives et celui qu'il préconise, et il trouve que le triage par chariot roulant serait plus économique. Il ne s'agit là, bien entendu, que d'une idée qui n'a pas été sanctionnée par l'expérience [3].

La Compagnie d'Orléans, qui vient d'exécuter le prolongement souterrain de la ligne de Sceaux, a utilisé assez largement l'électricité pour la manœuvre d'engins de gare, savoir :

Au dépôt de Montrouge, une plaque tournante pour locomotives, qui au lieu d'être actionnée comme elle l'était primitivement par le moyen de deux treuils mus à bras placés sur un même diamètre du pont l'est maintenant par un treuil électrique. La demi-rotation de la plaque chargée d'une locomotive de cinquante tonnes s'effectue en moins de 30 secondes;

A la station du Luxembourg, des plaques tournantes commandées au moyen d'une chaine de Galle placée sur une couronne en fer à ⊔ montée autour de la plaque. Cette chaine est commandée elle-même par un treuil électrique.

L'arrêt et la mise en route des plaques se font au moyen d'une simple pédale commandant un relais de démarrage d'un système spécial, qui envoie le courant dans l'induit à travers un rhéostat calculé de manière à ne pas produire le démarrage sous une trop grande intensité. Dès que la plaque a atteint une vitesse suffisante, la résistance intercalée se trouve supprimée automatiquement par un deuxième relais.

Ces plaques ont à faire un service assez chargé ; l'une d'elles, entre autres, doit faire environ 80 manœuvres par jour.

La Compagnie du Nord, qui a réalisé la première, en France, quel-

(1) *Lumière électrique*, t. XXXV, p. 391.

(1) *Lumière électrique*, t. XXXII, p. 530.
(2) *Lumière électrique*, t. XXXIV, p. 582.
(3) *Lumière électrique*, t. XLIII, p. 276.

ques applications de l'électricité aux engins de chemins de fer, s'était proposé, dès l'année 1889, d'étudier la *manœuvre électrique des aiguilles*.

La Société pour la transmission de force par l'électricité avait combiné, à cet effet, deux types d'appareils basés sur l'action d'un solénoïde :

Dans l'un, la manœuvre est obtenue par un solénoïde placé à côté de l'aiguille. L'expérience a démontré que l'effort maximum au démarrage était de 65 kilogr., que la course de l'aiguille était de 0m 115. La manœuvre se faisait à une distance de 400 mètres.

Dans le deuxième type, le solénoïde est placé dans la voie, entre deux traverses existantes de manière à ne nécessiter aucun aménagement spécial et à donner une assiette horizontale et certaine à l'ensemble du système.

A l'Exposition de 1889, M. Timmis avait présenté aussi un système de manœuvre électrique d'aiguilles basé sur le même principe. Le moteur consistait en un solénoïde installé entre les lames de l'aiguille et mis en relation avec des appareils de contrôle électrique du signal. L'aiguille mue électriquement faisait partie d'un ensemble d'installation de manœuvre et de contrôle.

L'inventeur accusait, pour chaque manœuvre d'aiguille, un courant de 15 ampères sous 67 volts pendant deux secondes ; ce courant était fourni par des accumulateurs.

La Compagnie du Nord a ensuite imaginé un autre système consistant, en principe, à placer entre les lames de l'aiguille une dynamo électrique dont la rotation produit, par l'intermédiaire de vis hélicoïdales, le déplacement transversal de ces lames. Au bout de la course, un taquet vient caler la lame contre le rail et un appareil contrôleur, qui ne fonctionne que si cette application de lame est complète, déclenche les autres appareils que l'on ne doit pouvoir manœuvrer qu'à la condition que l'aiguille ne présente aucun entre-bâillement.

Voici les données du problème :

Effort nécessaire au démarrage des lames	Kilogr.	70 »
Déplacement horizontal des lames	Mètre.	0,112
Durée de la manœuvre	Seconde.	0,25

Le moteur est d'une puissance de 2 chevaux 1/2.

Il faut un courant de 25 ampères sous une tension de 60 volts aux bornes.

La source d'électricité est une batterie d'accumulateurs.

En 1891, un constructeur, M. Hillairet, a combiné un système de manœuvre électrique des aiguillages à contrepoids.

Le contrepoids ordinaire qui tourne autour du levier de manœuvre, pour parachever et assurer par son balourd la manœuvre de l'aiguille est remplacé, dans ce système, par une dynamo roulant par son pignon sur un plateau solidaire du levier d'aiguillage. Le courant passe à la dynamo par ses balais et les collecteurs au travers d'un ampèremètre qui interrompt automatiquement le courant dès que son aiguille baisse par la diminution que subit l'intensité du courant du fait de l'accroissement de vitesse de la dynamo aussitôt qu'elle descend sur son plateau incliné par elle dans le sens de la manœuvre.

Le système est combiné de manière à pouvoir revenir à la manœuvre ordinaire à main par un simple déclenchement de la roue du plateau.

On peut aussi remplacer le plateau par une glissière sur laquelle la dynamo se remorque par une vis en interrompant automatiquement son courant aux fonds de courses (1).

Enfin, en 1894, M. Johnson a proposé un système électrique pour la manœuvre des aiguilles qui n'offre aucune particularité sur les systèmes précédents : la tringle de manœuvre est actionnée par un moteur électrique (2).

Parmi les engins qui servent dans les gares de chemins de fer pour manœuvrer les wagons, les *cabestans* rendent des services importants.

Il existe des cabestans mus par l'eau sous pression et il était naturel de s'adresser à l'électricité dans ce cas particulier. C'est ce qui a été fait par la Compagnie du Nord.

En 1890, à la troisième session du Congrès international des Chemins de fer, l'Ingénieur en chef de l'Exploitation de la Compagnie du Nord, M. A. Sartiaux, parlant des cabestans électriques qu'il avait fait installer dans la gare de La Chapelle, constatait que, si les cabestans hydrauliques donnent une solution pour le cas d'un trafic très intense, concentré sur un petit espace, les cabestans électriques étaient plus avantageux lorsque ces deux conditions n'étaient pas remplies. Les uns et les autres répondent toujours à la même pensée du problème, le classement d'un grand nombre de wagons.

Depuis, l'expérience s'est poursuivie et nous extrayons du rapport de MM. Eug. Sartiaux et von Boschan au Congrès des chemins de fer tenu à Londres, en 1895, les renseignements suivants :

La Compagnie du Nord a réalisé une économie sérieuse en substituant, pour les manœuvres sur batteries de plaques, les cabestans électriques aux chevaux et aux machines de manutention employées précédemment.

Toutes les manœuvres de voitures ou de wagons isolés faites à la gare de Paris-Nord ont lieu actuellement sur plaques ou sur chariot transbordeur à l'aide de cabestans électriques dont le fonctionnement simple et rapide permet d'obtenir un travail considérable avec un personnel restreint.

Ces cabestans, au nombre de 18, sont répartis de la façon suivante : 8 cabestans avec poupée de halage le long de la double grande voie transversale qui dessert par plaques les 22 voies à voyageurs ; 4 cabestans avec poupée de halage desservant le service des messageries et de la douane ; 3 cabestans à action directe, pour le service des ponts tournants des locomotives des trains tramways et de la Ceinture, et, enfin, 3 cabestans à quadruple effet pour le service du lait et de la marée.

Ces cabestans, qui manœuvrent une moyenne de 600 véhicules par vingt-quatre heures, sont certainement à recommander et à généraliser partout où, pour leur fournir le courant nécessaire, on n'est pas obligé d'installer spécialement une source d'énergie.

3° Engins servant a la manutention des marchandises et des colis. — Les engins qui servent à manutentionner les marchandises et les colis, tant dans les gares de voyageurs que dans celles de petite vitesse, sont :

Les monte-charges employés dans certaines gares de voyageurs ou de messageries à étages ;

Les grues de quai des gares à marchandises, grues à pierres de diverses puissances ;

Les grues portatives utilisées par certaines Compagnies sous les halles à marchandises pour le chargement de certains colis ne dépassant pas le poids d'une tonne (grues Nepveu) ;

Les treuils ou tire-sacs pour la mise en grenier de certaines catégories de marchandises (céréales, farines en sacs, etc.).

On possède peu d'exemples d'applications de l'électricité aux engins susmentionnés. En Amérique, où les ascenseurs électriques ont été l'objet d'études depuis quelques années, on les emploie dans certaines grandes gares, mais, en France, la question était restée stationnaire. Cependant, lors de la construction du prolongement souterrain de la ligne de Sceaux, on a été obligé de recourir à l'électricité pour ce genre d'appareil et a on installé 5 ascenseurs électriques, savoir : 2 à la gare Denfert et 3 à la gare du Luxembourg pour le service des bagages.

Ces monte-charges peuvent élever 700 kilogr. à la vitesse de 0m 40 à 0m 50 par seconde. Les cabines sont supportées au moyen de câbles s'enroulant sur des treuils à tambour actionnés par un moteur électrique au moyen d'une vis tangente.

Le système de manœuvre est disposé comme il est d'usage avec les appareils hydrauliques. Une corde, passant dans l'intérieur de la cabine, agit sur le commutateur de mise en marche ; l'arrêt est obtenu automatiquement à fins de course par des tocs placés sur la cabine venant agir sur la corde de manœuvre par l'intermédiaire de poulies de renvoi. La résistance de mise en route se trouve d'abord intercalée, puis le moteur est mis en court circuit de façon à obtenir l'arrêt avec précision.

A la gare de l'Ouest (Montparnasse), il existait depuis longtemps un monte-charges mû à bras : la Compagnie a fait transformer dernièrement cet appareil en adoptant la manœuvre électrique.

En dehors de ces applications, nous ne pouvons citer que celle qui a été réalisée depuis longtemps déjà par la Compagnie du Nord dans sa gare de La Chapelle, en 1884, pour le déchargement et l'arrimage sous halle des sacs de sucre et de grains. Le treuil électrique qui sert pour ce travail spécial a permis de réduire considérablement le temps et le coût de la manutention de cette catégorie de marchandises.

4° Engins servant au transport des voyageurs. — Ces engins sont les ascenseurs ou plans inclinés indispensables dans toutes les gares où les voies se trouvent à un niveau très différent de celui des chaussées d'accès comme, par exemple, aux gares de l'Ouest (Saint-Lazare) et de l'Ouest (Montparnasse). Il n'existe pas, actuellement, d'ascenseurs électriques utilisés en France pour ce service spécial.

5° Engins servant a l'alimentation des locomotives, en combustible et en eau dans les stations. — Le chargement de la houille, sur les tenders de locomotives se fait actuellement à bras d'homme le long des quais à combustible. Quant à l'alimentation en eau, elle s'opère à l'aide de grues hydrauliques desservies par des réservoirs dans lesquels l'eau est envoyée par des pompes actionnées par des machines à vapeur fixes.

Il est évident que l'électricité pourrait être avantageusement employée pour actionner de petites grues de chargement de houille et pour faire tourner les pompes d'alimentation des réservoirs ; mais aucune de ces applications n'a encore été réalisée en France.

6° Signaux des gares et enclenchements. — Enfin, il serait naturel d'étudier la commande électrique des signaux des grandes gares par de petits moteurs actionnés par le courant qui sert déjà à éclairer ces signaux.

L'éclairage des signaux par lampes à incandescence a seul été appliqué en 1895 dans la partie souterraine du prolongement de la ligne de Sceaux.

G. Dumont et G. Baignères,
Ingénieurs des Arts et Manufactures.


(A suivre.)

(1) *Lumière électrique*, t. XLII, p. 277.
(2) *Lumière électrique*, t. LII, p. 61.



PERFORATION ÉLECTRIQUE D'UNE GALERIE

Parmi les nombreuses applications de l'électricité aux travaux des usines, l'une des plus intéressantes qui aient encore été faites et certainement celle récemment imaginée par la Société de charbonnages des Bouches-du-Rhône pour la perforation d'une galerie. L'installation dont nous allons parler présente, en effet, cette particularité, aussi curieuse que nouvelle, que l'énergie électrique employée à la commande des perforatrices est fournie par l'eau sous pression qui jaillit naturellement dans la galerie en percement. C'est cette eau, qui jusqu'ici constituait, au contraire, une grande gêne, qui sert maintenant à actionner la turbine mettant en marche la dynamo génératrice du courant électrique dont le travail est utilisé pour reculer le front de taille de la galerie.

La galerie dite « de la Mer » a été entreprise, depuis plus de cinq ans, par la Société de charbonnages des Bouches-du-Rhône, dans le double but d'assurer aux mines de la région de Gardanne un écoulement direct à la mer et de permettre un transport économique des lignites jusqu'à Marseille. Cette galerie, qui aura une longueur totale de plus de 14 kilomètres, part de l'avant-port nord de Marseille, à peu près à un mètre au-dessus du niveau de la mer; elle a une section d'environ 5 mètres carrés et une pente moyenne d'environ un millimètre par mètre. Elle traverse des couches de calcaire dur et compact du terrain secondaire et rencontre de très importantes sources d'eau sous pression qui ont nécessité l'établissement de cuvelages en fonte dans certaines parties. L'importance de ces sources est telle que leur débit total a été évalué à plus d'un demi-mètre cube par seconde et que, à diverses reprises, il a été question d'utiliser cette eau, qui est, paraît-il, d'excellente qualité, à l'alimentation de la ville de Marseille.

L'une des principales difficultés qui s'opposaient à un avancement rapide des travaux de la galerie était la dureté de la roche; aussi songeait-on à remplacer les perforatrices à main par un système de perforation mécanique. Une très importante installation de perforatrices électriques ayant fonctionné avec succès, dans le percement de la galerie qui doit servir d'émissaire général aux eaux d'égout de Marseille, la Société de charbonnages se décida à donner la préférence à ce système et chargea M. H. Dubs de son installation. Nous allons en décrire les principales particularités, d'après la communication faite par M. Dubs à la Société scientifique de Marseille, dans sa séance du 19 mars 1896.

Station génératrice. — La présence dans la galerie d'abondantes sources d'eau sous pression fit naturellement naître l'idée de les utiliser à la production de la force motrice nécessaire pour actionner la dynamo génératrice. Cette solution, aussi simple qu'économique, était d'autant plus facile à réaliser, que l'eau disponible était fournie à une pression d'environ 8 kilogr., correspondant à une hauteur de chute de 80 mètres, et ne nécessitant, par suite, qu'un récepteur de faible volume pour capter une force importante.

Le point choisi pour l'installation fut le dernier cuvelage en fonte situé près du kilomètre 3 de la galerie. Les tubulures placées dans ce cuvelage avaient, jusqu'alors, fourni un débit de 73 litres par seconde, et il fut décidé d'installer un groupe de puissance correspondante à ce débit, soit de 50 chevaux effectifs. D'après le projet, cette puissance devait être suffisante pour actionner simultanément trois chariots de perforatrices portant chacune trois appareils, tout en laissant un certain excédent pour d'autres applications éventuelles.

Turbine. — En raison de la grande hauteur de chute, on a adopté une roue Pelton construite par la maison Escher, Wyss et Cie, de Zurich. Elle se compose (fig. 1) d'une roue en fonte à axe horizontal munie d'un certain nombre d'augets en forme de cuillère sur lesquels est dirigé tangentiellement le jet d'eau réglé par une languette actionnée par le régulateur. Après avoir accompli son travail sur la roue, l'eau est projetée sur un écran qui la renvoie vers le bas, et elle s'écoule par une ouverture pratiquée au plancher dans la cunette de la galerie qui la conduit à la mer.

Grâce au régulateur employé, les variations de vitesse aux différentes charges ne dépassent pas 5 %, sauf le cas de décharge totale brusque où elles atteignent momentanément 10 %. Voici comment fonctionne ce régulateur.

L'eau sous pression arrive par les tubulures du cuvelage, une tuyauterie en fonte et une valve à la tubulure A (fig. 1) de la turbine qui dirige l'eau dans un cylindre B. La partie inférieure de ce cylindre porte un bec C pouvant osciller autour du point O. Cette languette, qui règle l'admission d'eau sur la roue à augets R, est reliée au piston qui se meut dans le cylindre B. Ce piston porte à sa partie supérieure une tige filetée qui passe dans un presse-étoupe et porte une petite roue écrou qui commande un levier relié, par une autre tige *p*, au bras T du régulateur M, et ce bras commande la tige de la bouteille de distribution S. Le mouvement du bras T est amorti par une cataracte Q garnie d'huile et dont le piston porte un orifice de section réglable à volonté.

L'eau arrive dans le cylindre B, parcourt le tuyau *n*, se rend dans la bouteille de distribution S, traverse la soupape de cette dernière et entre dans la partie supérieure du cylindre B. Le piston P se trouve donc équilibré, et, sous l'influence de la pression, la languette de l'ajutage se soulève et laisse échapper l'eau sur la roue à augets. La turbine se met en mouvement et sa vitesse augmente jusqu'à une certaine limite déterminée par la tension du ressort M. Le bras T oscillant autour du point Z est entraîné par la douille du régulateur sitôt que la vitesse dépasse la limite de régime, la tige de la bouteille S s'abaisse et ferme l'admission d'eau par le tuyau *n* dans la partie supérieure du cylindre B en même temps qu'elle établit une communication vers l'extérieur par le tuyau *t*. Le piston P, dont l'équilibre est alors rompu, se soulève sous l'influence de la poussée inférieure, ce qui a pour effet de fermer plus ou moins l'orifice du bec C par la languette. La vitesse de la turbine diminue alors jusqu'au moment où elle descend au-dessous de la vitesse de régime; à ce moment, le régulateur soulève la tige de la bouteille, l'eau rentre dans la partie supérieure du cylindre B, et ainsi de suite jusqu'à ce que le régime d'équilibre soit établi.

La turbine tourne à une vitesse de 600 tours, qui est celle de la dynamo qu'elle commande directement, par l'intermédiaire d'un embrayage élastique. Son rendement est d'au moins 75 % car, pour la puissance de 50 chevaux effectifs, elle ne consomme que 63 litres d'eau par seconde à la pression de 8 kilogrammes.

L'arbre de la turbine est monté sur trois paliers munis de graisseurs à bagues fort économiques et qui, une fois garnis, assurent un graissage parfait pendant des mois entiers, sans aucun renouvellement de l'huile.

Dynamo génératrice. — C'est une dynamo à courants triphasés sortant des ateliers d'Oerlikon. Le choix de ce système de courants était tout indiqué car, non seulement il ne comporte que des appareils très simples et dépourvus de collecteurs et balais, mais, de plus, il présente deux avantages particuliers très importants dans l'installation dont il s'agit.

Il se prête, en effet, merveilleusement aux transports de l'énergie électrique à grande distance, par suite de la facilité avec laquelle il est possible de modifier la tension du courant, tant au départ qu'à l'arrivée, à l'aide de transformateurs peu encombrants et d'un fort rendement. L'alimentation des récepteurs devant se faire, dans le cas

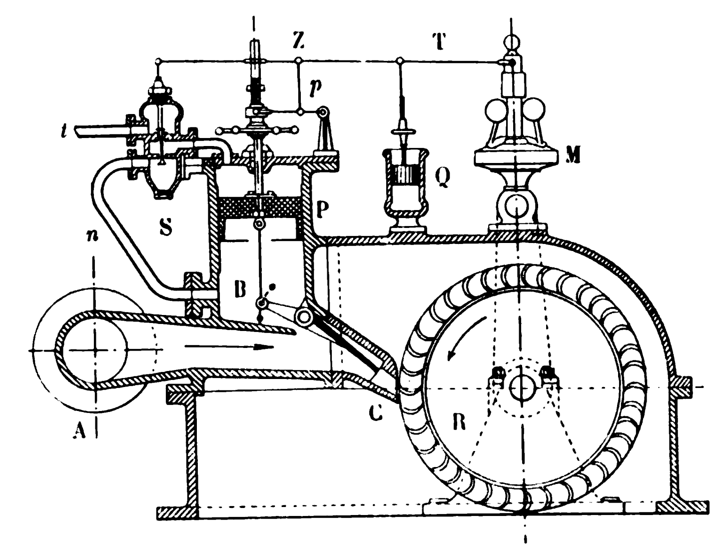


Fig. 1. — Coupe de la roue Pelton et de son régulateur.

qui nous occupe, jusqu'à 6 kilomètres de la station génératrice, au fur et à mesure de l'avancement de la galerie, il était nécessaire d'adopter un système permettant d'augmenter graduellement la tension du courant afin de conserver à la transmission un rendement convenable.

D'autre part, la vitesse du moteur triphasé est sensiblement constante; elle ne dépend que de la fréquence du courant et du nombre de pôles du moteur. Cette vitesse ne varie que de 3 à 5 %, de zéro à pleine charge, et ce n'est que dans ces limites que le moteur peut développer son effort maximum. Sous une charge supérieure il ne ralentit pas mais s'arrête brusquement. Or ces conditions, qui dans beaucoup d'autres usages sont défavorables, sont ici, au contraire, de sérieux avantages. En effet, la nature du travail des perforatrices comporte des variations extrêmes du couple résistant et, en cas de coincement du fleuret, rupture du taillant, etc., ce couple peut dépasser trois ou quatre fois sa valeur normale. Dans un cas pareil, le moteur triphasé refusera de continuer le travail, il s'arrêtera brusquement et l'ouvrier chargé de la conduite des appareils s'apercevra immédiatement de la situation anormale du mécanisme. Il interrompra le courant et le moteur n'en souffrira nullement.

Dans la dynamo employée, c'est l'inducteur qui est mobile et l'in-

duit qui est fixe. Le courant d'excitation est fourni par une petite dynamo à courant continu, de 400 watts, calée sur le prolongement de l'arbre de la génératrice. La tension simple de cette dernière est de 110 volts et, comme sa puissance est de 33 000 watts, elle peut donc fournir un courant de 300 ampères, soit 100 ampères dans chaque circuit. La vitesse normale est de 600 tours, soit 10 tours par seconde, et comme les pôles inducteurs sont au nombre de 10, le nombre d'alternances est de $\frac{10 \times 10}{2} = 50$ par seconde.

Ligne de transmission de la force. — Les isolateurs supportant les fils conducteurs sont fixés dans une traverse en bois paraffiné, scellée au moyen de tiges dans la voûte de la galerie, à 2m 05 au-dessus du niveau du sol. Chaque traverse supporte trois isolateurs composés d'un piton en bronze recouvert d'une matière isolante spéciale dite « matière Aetna ». A l'extrémité du piton se trouve une griffe de suspension dans laquelle le fil peut être serré au moyen d'une clavette en bronze, ce qui donne une grande fixité.

Les fils conducteurs ont chacun 8 millimètres de diamètre et, pour qu'ils ne prennent pas une trop grande flèche, leurs supports ne sont espacés que de 8 mètres les uns des autres.

La ligne conductrice ainsi construite s'arrête à une distance de 100 à 200 mètres environ du front de taille ; de là jusqu'au chariot des perforatrices, le courant est amené par un câble souple à trois conducteurs, ayant chacun une section de 20 millimètres carrés. Ce câble peut, pendant le retrait du chariot, s'enrouler sur un tambour disposé à cet effet.

Fig. 2 et 3. — Coupe et plan du chariot-affût à trois perforatrices.

La tension simple du courant étant de 110 à 120 volts, il existe entre deux quelconques des trois fils de la ligne une différence de potentiel d'environ 200 volts qui, sans être dangereux, peut néanmoins, en cas de contact accidentel, produire des commotions désagréables. Pour éviter cet inconvénient, on a mis à la terre, à la station génératrice, le centre de l'étoile ou point neutre du système triphasé, de sorte qu'en touchant un fil, on ne peut plus recevoir qu'une commotion due à une différence de potentiel de 110 à 120 volts, tout à fait inoffensive.

La ligne ainsi établie ne doit fonctionner que jusqu'à 1 800 mètres de la station génératrice. Au delà, on aura recours à des transformateurs au départ et à l'arrivée.

STATION RÉCEPTRICE. — Cette station est constituée par le chariot portant les perforatrices avec leurs moteurs électriques.

Chariot. — Le chariot se compose essentiellement d'un affût sur roues (fig. 2 et 3), roulant sur une voie Decauville de 0^m 526 et qui porte, dans deux tourillons, un arbre horizontal. Entre les tourillons, cet arbre est évidé en forme de douille et dans cette douille, se trouve logé un second arbre perpendiculaire au premier et sur le prolongement duquel sont montés : du côté avant, deux fers en U de forte section et, du côté arrière, un réservoir en fonte contenant l'eau sous pression pour l'injection dans les fleurets des perforatrices. Les deux fers en U portent à leur extrémité une forte traverse en acier sur laquelle sont montés trois manchons mobiles servant de support aux trois perforatrices.

Chacune de ces dernières est actionnée par un moteur électrique, par l'intermédiaire d'une tige extensible à joints universels. Les trois moteurs sont logés dans une boite de protection placée sur le longeron en fer en U. Pour que, lorsqu'il est en garage, le chariot occupe le moins de place possible en longueur, une vis sans fin agissant sur une roue dentée permet de faire tourner l'arbre longitudinal de façon à placer la traverse portant les perforatrices dans un plan vertical. Dans sa position de travail, cette traverse est calée contre les parois de la galerie au moyen de vérins à vis (fig. 3). Lorsqu'une première série de trous a été percée, on enlève les calages de la traverse pour en modifier la position en hauteur au moyen d'un mouvement autour de l'arbre transversal du chariot. Cet arbre porte, d'ailleurs, deux vérins permettant de caler le chariot pour empêcher son recul sous l'influence de la pression des fleurets.

Le poids total de ce chariot, qui donne des résultats très satisfaisants, est d'environ 2 700 kilogr., dont 330 pour les perforatrices et 300 pour les trois moteurs électriques.

Moteurs. — Chaque moteur est d'une puissance de 3 chevaux effectifs à la vitesse de 1 450 tours par minute. Il se compose d'une couronne en fer sectionnée portant les enroulements inducteurs qui produisent le champ tournant. L'induit mobile est constitué simplement par un moyeu traversé à sa circonférence par une série de barres de cuivre isolées, réunies à leurs extrémités par deux anneaux de cuivre. On sait que ce genre de moteur fonctionne sous l'influence des courants induits produits dans l'enroulement du tambour par l'action du champ tournant.

La vitesse de 1 450 tours du moteur est réduite à 209 tours au moyen d'une transmission par engrenages, et c'est sur l'arbre du grand engrenage qu'est attelée la tige de transmission à joints universels qui transmet le mouvement aux perforatrices.

Perforatrices et appareils accessoires. — Les perforatrices du chariot sont des perforatrices rotatives du système Bornet, comportant une mèche creuse dans laquelle on injecte de l'eau sous pression, dans le but de la refroidir et de chasser les résidus. Ce genre de perforatrice, bien connu dans les mines, est surtout caractérisé par son système de déclenchement du mouvement d'avancement, qui entre automatiquement en fonction sitôt que la dureté de la roche dépasse une certaine limite et produit un excès de pression sur le fleuret. Le modèle employé à la galerie de la mer a une course utile de 0^m 80 et peut creuser des trous de 45 à 50 millimètres de diamètre. Ces trous de grand diamètre ont l'avantage de permettre de concentrer la charge de dynamite dans un espace plus restreint au fond du trou et contribuent à faciliter le travail des explosifs.

La vitesse de rotation des fleurets est de 53 tours par minute et le pas d'avancement de la vis est de deux millimètres, de sorte que l'avancement du fleuret se trouve être de 0^m 106 à la minute, résultat qui atteint celui des meilleures perforatrices à percussion.

Afin de réduire la durée du retrait du tube porte-outil, les appareils de mise en marche sont combinés pour doubler la vitesse du moteur dans la marche arrière, résultat qui s'obtient par un simple changement de couplage des enroulements de l'inducteur du moteur. Ce changement a pour effet de diminuer de moitié le nombre des pôles de cet inducteur et, comme la fréquence du courant reste constante, la vitesse de rotation se trouve doublée.

A la station génératrice se trouve encore une petite pompe rotative Griendel, destinée à fournir l'eau à la pression de 1 $^1/_2$ à 2 kilogr. pour l'injection dans les fleurets et actionnée par un moteur électrique. Un autre moteur du même genre commande directement un ventilateur escargot servant à l'évacuation rapide des fumées après le tir des mines. Ce ventilateur, qui est monté sur chariot, est amené à l'avancement et relié par une manche en toile au grand tuyau de ventilation dans lequel il refoule les fumées.

RÉSULTATS DE L'INSTALLATION. — Il résulte des essais que chaque perforation en marche ne demande, sur la turbine, qu'une force de 3,3 chevaux, toutes pertes comprises. La perte de ligne, due à la résistance des conducteurs, intervient dans les pertes totales pour 1 % environ pour 100 mètres de longueur.

Le personnel employé au front de taille est de 8 hommes placés sous les ordres d'un chef mineur. Suivant la nature de la roche, le front de taille est attaqué par 12 ou 14 trous dont la profondeur varie entre 0^m 80 et 1^m 20. Le temps nécessaire aux diverses opérations se répartit ainsi :

	h. m. h. m.
Mise en batterie du chariot	0,15 à 0,40
Perforation du front de taille suivant la nature de la roche, le nombre et la profondeur des trous	1,15 à 2,40
Retrait du chariot du front de taille	0,10 à 0,15
Tir de la volée, ventilation et déblayage, suivant la qualité des déblais	1,30 à 3,15
Durée totale d'une opération complète.	3,10 à 6,50

En moyenne, la durée d'une opération complète est de 4^h 30, ce qui correspond à peu près à 5 opérations par journées de 24 heures. Le maximum d'avancement journalier obtenu est de 4^m 20 et la moyenne un peu supérieure à 3 mètres. On espère, d'ailleurs, que ces résultats iront en s'améliorant au fur et à mesure que le personnel sera mieux exercé, car il convient de dire qu'au moment où M. Dubs a fourni ces chiffres, l'installation n'était en service que depuis quelques mois.

Il y a lieu de remarquer, en outre, que le travail proprement dit des machines, et leur manœuvre, ne représente que 50 % de la durée totale et que, par suite, il y a autant d'économie à chercher du côté du déblaiement rapide des matériaux, pour arriver au maximum de rendement, que du côté de la perforation.

En définitive, la perforation électrique a permis d'augmenter immédiatement de 60 à 100 % la vitesse d'avancement des travaux, tout en abaissant le prix de revient, et cela par la seule utilisation des eaux rencontrées dans la galerie, eaux qui, jusqu'ici, n'avaient été envisagées que comme un élément nuisible et gênant pour la bonne marche du travail.

A. D.

MINES

MINES D'AUSTRALIE

Mine d'étain « Mount Bischoff » en Tasmanie.

(Planche XI.)

La mine du Mount Bischoff est située dans la partie nord-ouest de l'île de Tasmanie où l'existence des minerais d'étain a été découverte, fortuitement, par James Smith en décembre 1871. Si nous nous en rapportons à un rapport lu récemment par MM. H. W. F. Kayser et Richard Provis à la Société des Ingénieurs civils de Londres, c'est en recherchant des dépôts d'or et d'argent que J. Smith trouva, dans le lit d'un torrent, une substance noirâtre, très lourde et d'aspect résineux, qu'il fit analyser à Table Capse, à 54 milles de là. Il apprit à son grand désappointement que ce minerai si pesant ne renfermait ni l'un ni l'autre de ces métaux précieux et que c'était simplement un minerai d'étain.

Néanmoins, un an après cette découverte, en décembre 1872, on commença quelques travaux de développements et, au mois d'août 1873, la mine du Mount Bischoff était fondée. La propriété comprenait environ 65 hectares recouverts en majeure partie de buissons impénétrables qui cachaient traîtreusement un certain nombre de marais et de fondrières. Amener des matériaux du port le plus voisin, Emu Bay, à l'emplacement de la mine, à travers les broussailles vierges, se faisait au prix des plus grands efforts et coûtait de 600 à 750 francs la tonne : aussi la construction d'une route s'imposa-t-elle. Elle était terminée en 1875, et bien qu'imparfaite et détrempée par les pluies abondantes de la contrée, ce qui la rendait impraticable neuf mois sur douze, elle permit d'approvisionner la mine pendant la saison sèche, et les frais de transport tombèrent à 175 francs environ par tonne. Un tramway à traction animale, terminé en 1884, réduisit les frais à 125 francs, et le chemin de fer qui relie actuellement la mine à la côte porte aujourd'hui le coût du transport à 75 francs la tonne.

Le Mount Bischoff est formé par une roche feldspathique bouleversée et en partie décomposée, traversée par des failles porphyriques et quartzeuses. Les plaines environnantes se composent en grande partie de basalte. Dans un rayon de 800 à 1 000 mètres autour de la montagne, les failles présentent un caractère stannifère; mais au delà de ce périmètre elles deviennent plus compactes, plus dures et stériles. Les dépôts remarquables de minerai d'étain qui font la richesse du Mount Bischoff proviennent de la désagrégation des failles stannifères.

On a reconnu trois dépôts principaux qui ont été surnommés la Tête Blanche, la Tête Brune et la Tête à Massacre. On a également reconnu et l'on travaille un certain nombre de filons d'étain.

La « Tête Blanche » est un dépôt de minerai d'étain qui s'étend sur une longueur de 300 mètres environ de l'est à l'ouest et une largeur de 130 mètres du nord au sud; l'épaisseur de ce dépôt, très faible sur le versant de la montagne, va en s'élargissant pour former une couche de 20 mètres de puissance, la moyenne étant de 8 mètres environ. Il renferme 2 à 3 °/₀ de cassiterite répartie presque régulièrement. Par endroits, la matière semble avoir été roulée par les eaux et formée de cailloux arrondis; mais, le plus souvent, elle se présente sous des angles vifs. Les couches stannifères reposent sur un lit d'argile ou de micaschiste dont la puissance varie de quelques centimètres à 1 ou 2 mètres et dans lequel se trouve interposée une bande de pyrites de fer dont les épontes sont plus ou moins décomposées au contact de l'argile. On suppose que la portion nord du dépôt renferme cette pyrite au contact même du feldspath, tandis que dans la portion sud elle repose sur des terrains d'alluvions formés de fragments roulés de chalybite, de pyrites de fer et de blende incorporés dans une gangue argileuse. Ces alluvions, d'origine assez reculée, recouvrent une étendue considérable au sud du Mount Bischoff. Un puits de recherche atteignant 10 mètres de profondeur n'a pas encore traversé la couche entière; toutefois ces terrains ne renferment aucun minerai stannifère.

La « Tête Brune » est un amas de « gozzan » stannifère, provenant sans doute de la décomposition, sur place, d'une masse importante de pyrites de fer et de cassiterite. Il est possible qu'elle faisait préalablement partie d'une faible stannifère, hautement pyriteuse. Ce « gozzan » est limité à l'est et à l'ouest par des détritus également stannifères de la même nature que ceux trouvés dans la « Tête Blanche ».

Au-dessous de cet amas, des galeries de recherche ont montré que du côté du nord se trouve du feldspath et du sud une argile noire qui repose sur une couche de pyrites de fer, ces pyrites étant décomposées au contact de l'argile. L'amas exploité a environ 250 mètres de long sur 160 mètres de large. Les travaux actuels atteignent 35 mètres de profondeur environ et le dépôt a été reconnu jusqu'à 85 mètres, au delà desquels il se scinde en un nombre indéfini de petites veines formant un stockwerk dont les filons se composent essentiellement de pyrites et de minerai d'étain. Le « gozzan » proprement dit est complètement exempt de pyrites au-dessus de la profondeur atteinte par les travaux de développement. La teneur moyenne est de 2,75 °/₀ de minerai d'étain; mais on rencontre accidentellement des poches riches formées presque exclusivement de cassiterite pure.

De l'une de ces poches, on a extrait environ 150 mètres cubes de minerai d'une valeur de 150.000 francs.

La « Tête à Massacre » présente les mêmes caractères que l'amas précédent, mais est quelque peu siliceuse. On présume qu'elle s'étend sur 130 mètres de long, 75 mètres de large et 30 à 40 mètres de profondeur, avec une teneur moyenne de 2 1/4 °/₀ de minerai d'étain. Il y a quelque temps, on a découvert dans cette mine du soufre natif à 8 mètres environ au-dessous du niveau du sol, au contact d'une croûte ferrugineuse. Ce soufre se présentait sous forme cristalline.

Plusieurs filons traversent le district, mais, en général, le minerai est fortement pyriteux et nécessite, par suite, un grillage avant d'être traité. C'est la raison qui fait que ces filons n'ont, jusqu'à présent, fait l'objet d'aucune recherche sérieuse; mais, dans l'avenir, quand les autres sources de minerai d'étain seront épuisées, elles acquerront une importance plus grande.

La veine connue sous le nom de North Valley Lode et située au nord du Mount Bischoff est en partie travaillée par la Compagnie. Sa puissance varie de 0ᵐ 30 à 1ᵐ 50 et présente une absence complète de pyrites près de l'affleurement. Toutefois, plus cette veine s'enfonce dans le sol, plus elle devient pyriteuse. Le minerai s'y rencontre uniquement dans des poches qui renferment parfois jusqu'à 50 °/₀ de cassiterite, la teneur moyenne pourtant, autant qu'on en peut juger par l'état actuel des développements, est inférieure à 1 °/₀. Cette veine se dirige vers la « Tête Brune » et comme le prolongement des deux galeries qu'on pousse actuellement doit rencontrer cette mine à environ 290 mètres au-dessous de son affleurement, ces travaux sont concentrés en ce point avec énergie.

Une autre veine, la « Queen Lode », est exploitée par une Compagnie voisine, la « Stanhope ». Elle s'étend à proximité de la frontière nord-est de la « Tête Brune » et court à travers des failles porphyriques et feldspathiques. L'exploitation en est rémunératrice et les travaux comportent une longueur de 200 mètres où la teneur en minerai d'étain a varié de 15 à 20 °/₀.

Méthode d'exploitation. — Les trois « Têtes », ainsi que les portions des failles porphyriques adjacentes qui justifient d'une teneur suffisante, sont exploitées à ciel ouvert. On y emploie 91 hommes dont 30 mineurs payés à raison de 10 francs par jour et 61 manœuvres recevant 8 fr. 75 à 9 fr. 35 par jour. Dans les parties meubles, chaque mineur peut abattre environ 12 tonnes de « stuff » par journée de travail; mais, dans les failles porphyriques, ils ne dépassent pas un rendement de 4 tonnes. L'ensemble des frais d'abatage et de transport jusqu'à l'usine de traitement, s'élève à 4 francs par tonne.

Traitement du minerai. — L'usine centrale de traitement est située à Waratah, à 2 kilomètres environ de la mine. L'emplacement a été choisi en ce point eu égard à l'alimentation d'eau.

Le minerai est réduit au sortir de la mine en morceaux ne dépassant pas 6 à 7 centimètres de diamètre à l'aide de broyeurs à mâchoires. Puis il est délivré dans des trémies où il vient rejoindre le « stuff » suffisamment fin qui n'a pas nécessité ce traitement préalable. Les trémies débitent le minerai dans des wagonets se déchargeant par le fond qui le conduisent jusqu'aux usines. La voie ferrée est formée de rails en acier d'un écartement de 0ᵐ 90, pesant environ 22 kilogr. le mètre courant. Depuis 1879, la traction se fait à l'aide d'une locomotive. Auparavant, la traction animale revenait à 0 fr. 425 la tonne, tandis qu'aujourd'hui, elle est tombée à 0 fr. 10 environ.

Les figures 1 et 2 (pl. XI) représentent la disposition générale des ateliers; elles ne montrent pourtant qu'une série d'appareils.

Le « stuff » délivré par les wagonets passe d'abord sous des pilons; au sortir du mortier, il est trié dans des classificateurs à courant d'eau ascendant en deux qualités de grosseur : les menus et les fines qui passent ensuite dans les cribleurs à deux caisses. Les boues emportées par le courant viennent se rassembler dans des cuves de dépôt d'où on les fait passer sur des tables rotatives. Les autres particules viennent se réunir dans les lavoirs placés en contre-bas.

Des tables rotatives, les concentrés tombent dans des cuves d'où ils sont repris ultérieurement, retraités sur des tables, tandis que les tailings sont envoyés aux lavoirs.

Les concentrés provenant du premier compartiment des cribleurs sont prêts à être fondus et se rassemblent à la base de ces cribleurs. Ceux du deuxième compartiment se trouvent encore alliés à des stériles; aussi sont-ils traités une deuxième fois par un jet hydraulique qui sépare les tailings qui vont aux lavoirs et les concentrés qui sont pulvérisés dans l'un des deux moulins chiliens puis lavés sur les tables rotatives et prêts à être fondus séparément pour donner des mattes de deuxième qualité, tandis que les tailings sont envoyés aux moulins chiliens.

Tous les tailings sont traités dans un atelier spécial, et, après classification, le sable se dépose dans des cuves, tandis que les boues minéralisées vont aux tables rotatives.

Les moulins sont du type californien; ils comprennent 3 batteries de 40, 20 et 50 pilons respectivement. Le poids de chaque pilon est de 325 kilogr., la course de 0ᵐ 20 et la vitesse de 72 coups à la minute. Il y a 5 pilons dans chaque mortier et la succession des coups se fait dans l'ordre suivant : 1, 4, 2, 5, 3.

Les grilles sont en toile métallique, deux par mortier; elles présentent environ 32 trous par centimètre carré. Leurs dimensions sont de 0ᵐ 47 sur 0ᵐ 30; leur durée est de 3 à 4 semaines. Les sabots qui pèsent neufs 57 kilogr. durent six mois; les dés, pesant 32 kilogr. demandent à être changés tous les ans une fois.

Bien que l'eau attaque les sabots et les mortiers, le « stuff » se travaille plus facilement que le minerai ordinaire d'étain de Cornouailles. La matière broyée ne se détache pas facilement, eu égard à sa propriété adhésive; aussi doit-on employer une proportion d'eau suffisante pour donner une boue liquide. Dans la saison sèche, où l'eau est rare, on emploie des sabots de 30 kilogr. seulement, ce qui vaut mieux que d'arrêter complètement une partie de l'usine.

Il est nécessaire de mentionner que le minerai d'étain se trouve mélangé à d'autres substances minérales dont le poids spécifique n'est que légèrement inférieur à celui de l'étain; aussi faut-il opérer une classification assez délicate.

Les figures 3 à 7 donnent les coupe, élévations et plan des classificateurs à double caisse et courant ascendant. Il existe en tout trente de ces appareils, installés deux par deux bout à bout : le gros sable tombe dans le premier, tandis que la boue est entraînée. Ils sont construits à l'aide de planchettes en sapin de trois centimètres d'épaisseur environ, assemblées par languettes et rainures. L'eau sous pression arrive par une conduite horizontale au-dessous de chaque appareil.

Cette conduite est reliée au classificateur par une tubulure verticale à travers laquelle l'eau monte, tandis que les matières classées tombent. Ces dernières sont amenées dans un cribleur à l'aide d'un tuyau vertical fixé sur le prolongement de la conduite horizontale.

L'embouchure de ce tube vertical est à 30 centimètres au-dessus du fond du classificateur. La conduite horizontale, entre le classificateur et le cribleur, contient une jauge, simple pièce en fer percée d'un trou de trois millimètres de diamètre, destiné à empêcher l'afflux d'une trop grande quantité d'eau dans le cribleur. Cette disposition présente un grand avantage sur les robinets employés précédemment; ces derniers étaient rapidement mis hors de service par le frottement du sable. Pour supprimer les engorgements, la conduite horizontale porte à son extrémité un tampon actionné par une valve A (fig. 3).

Le criblage s'effectue à travers des tamis dans des cribles du Hartz à 32 compartiments. Les figures 8 à 12 montrent le plan horizontal, la



coupe longitudinale à travers les pistons, la coupe longitudinale à travers les tamis et la coupe latérale de l'un de ces cribleurs. Les caisses sont en planches de sapin de trois centimètres d'épaisseur, assemblées par rainures et languettes, le tout maintenu par boulons. Les tamis ont environ $0^m 75$ de long sur $0^m 45$ de large; ils sont formés de fils d'acier en toile très serrée, reposant sur une grille plus robuste; ces deux pièces fixées à un cadre de bois sont placées sur un gril en fer et maintenues par une traverse au-dessus d'elles. Les pistons, en bois, sont mus par excentriques; leur course peut être réglée à volonté. La disposition générale est analogue à celle adoptée pour la séparation de la galerie et de la blende de leurs gangues dans les mines de Sentein (Ariège).

On emploie des élévateurs à jet hydraulique pour amener les produits du deuxième compartiment du premier cribleur aux autres cribleurs. Ce procédé de débarrasser continuellement le deuxième compartiment des concentrés et de rassembler séparément le minerai de seconde qualité, permet d'obtenir dans le premier compartiment, un produit très riche. Il agit également comme indicateur du travail régulier du cribleur, car toute irrégularité est décelée immédiatement par une variation dans le volume débité par le deuxième compartiment. Ces injecteurs travaillent sans bruit et ne nécessitent que peu de surveillance. Les cribleurs qui traitent le sable en grains ont des tamis de 25 trous par centimètre carré et 160 coups de piston à la minute; la course du piston est de 4 à 5 millimètres. Les cribleurs pour sable plus fin ont des tamis à 33 tours par centimètre carré, et fonctionnent à raison de 202 coups de piston à la minute, d'une course de 3 millimètres.

Le sable délivré aux cribleurs renferme de 5 à 12 % d'oxyde d'étain, et ces appareils produisent de 65 à 75 % du rendement total des usines de Waratah. La proportion de minerai de deuxième classe à celui de la première, est dans le rapport de $^1/_{10}$.

Il est indispensable que le sable et l'eau arrivent aux cribleurs avec la plus grande régularité pour que la classification soit efficace et que les fragments de minerai qui forment la couche utile soient de grosseur uniforme.

Le traitement des boues (slimes) se fait sur des tables rotatives convexes; elles sont au nombre de 39. La figure 13 représente une coupe verticale d'une table simple. La figure 14 montre l'élévation et la coupe d'une table double, et les figures 15 et 16 donnent le plan et l'élévation d'une table triple. La surface de ces tables se fait actuellement en ciment; on ne pouvait conserver aux surfaces en bois, précédemment en usage, un poli suffisant. Le cadre est en bois; sur ce cadre est fixée une tôle de 1 $^1/_2$ millimètre d'épaisseur qui supporte la couche de ciment épaisse de 2 $^1/_2$ centimètres; le bord de la circonférence est formé d'un bandage en bois. Quand la couche de ciment est bien faite, elle est suffisamment résistante pour supporter son propre poids, car, à la longue, la plaque de fer se corrode et tombe peu à peu, pour disparaître au bout d'un certain temps. Quand le ciment est sec, on badigeonne la surface avec une mixture composée de 25 % de térébenthine et de 75 % de goudron; ce badigeon a pour but de prévenir la corrosion de la surface qui se produisait toujours auparavant. Cet enduit demande à être renouvelé une fois tous les deux ans.

Le diamètre des tables varie de 3 à 4 mètres et l'inclinaison est de $^1/_{12}$. Les slimes déposés sur la table se trouvent balayés aux emplacements voulus par des jets d'eau claire. Les tailings sont enlevés par le premier jet, puis les concentrés; on forme deux classes de matières dans le premier traitement des slimes, et trois classes dans le traitement final des slimes concentrés. La vitesse d'écoulement de l'eau sur chaque table est de 100 litres à l'heure. Souvent on monte 2 ou 3 tables sur un même axe, dispositif à recommander quand l'espace ou la force motrice fait défaut. Dans le cas des tables doubles, le concentré produit par l'étage supérieur est retraité sur l'étage inférieur et, avec certains minerais, cette double concentration est suffisante jusqu'au traitement final; mais pour des minerais difficiles à traiter, il faut une troisième opération, ce qui est le cas des slimes très finement divisés.

Les tables sont actionnées par vis sans fin à raison de un tour par deux minutes et demie. Une table simple peut traiter 320 kilogr. de slimes (boues) à l'heure et absorbe $^1/_8$ de cheval. Les tables doubles et triples ne consomment guère plus de force motrice que les tables simples. Les slimes arrivant sur les tables rotatives renferment de 0,1 à 1 % de minerai d'étain; les premiers concentrés contiennent 15 à 20 % de minerai. Les tables produisent de 15 à 20 % du rendement total de l'usine. Les frais de construction et de mise en place d'une table simple à Mount Bischoff s'élèvent à 2 300 francs environ, vu les prix élevés de la main-d'œuvre et des matières premières.

Il existe 17 cuves de lavage concaves Kayser (fig. 17 et 18). Leur diamètre varie de 4 à 7 mètres, et à la vitesse de l'arbre de six tours et demi à la minute, elles consomment $^3/_4$ de cheval chacune. Les slimes et le sable qui tombent dans ces cuves renferment 0,25 % de minerai. Un premier lavage élève la teneur à 7 % et un second à 60 %.

Ces cuves contribuent pour une part de 4,75 % dans le minerai produit par l'usine.

Force motrice. — La force motrice est fournie par sept roues hydrauliques en dessus, variant de 6 à 13 mètres de diamètre. Elles sont disposées en cascade, de manière que l'eau qui a passé sur la première tombe sur la deuxième et ainsi de suite. La puissance ainsi fournie est de 200 chevaux. On a choisi ce système de roues en dessus de préférence aux turbines ou à la roue Pelton, parce qu'elles exigent un minimum de surveillance. D'autre part, l'eau se trouve plus ou moins chargée de sable qui aurait mis rapidement hors d'usage l'une ou l'autre de ces machines.

Éclairage. — On emploie les lampes électriques à incandescence; une dynamo pour 120 lampes suffit à assurer un éclairage satisfaisant de tous les ateliers et bureaux. Les frais d'éclairage pour 75 lampes de 16 bougies s'élèvent ainsi à 937 francs par an, tandis que les 37 lampes à huile, précédemment en usage, coûtaient plus de 2 800 francs par an.

Main-d'œuvre. — Les usines de Waratah occupent 37 hommes employés ou aides; 13 hommes forment une équipe de jour et 12 une équipe de nuit. Ils sont répartis comme suit :

		Salaire journalier.
1	ouvrier à la machine et à la surveillance des ateliers. Fr.	11 4
3	— pour l'alimentation des 60 pilons	10 »
1	— pour l'alimentation des 15 pilons	9 35
3	— aux cribleurs	9 35
2	— aux tables	6 85
1	— aux cuves de lavage	6 85
1	— aux tables et cuves des slimes	6 85
1	— de jour pouvant être employé à tous les travaux ci-dessus	10 »

Les frais de broyage, de traitement, de mise en sac et sur wagon du minerai, s'élèvent à 1 fr. 37 par tonne de « stuff » employé; ce chiffre comprend la main-d'œuvre, l'éclairage et les frais divers (huile, graisse, réparations). On traite environ 6 000 tonnes de stuff par mois. Le minerai traité est envoyé aux fonderies à Launceston, distantes de 250 kilomètres environ, sous forme de deux qualités : le n° 1, qui donne une teneur de 70 $^1/_2$ % d'étain métallique, et le n° 2 qui donne 65 %. Il ne serait pas avantageux de préparer du minerai plus pur; les frais occasionnés de ce chef seraient plus élevés que l'économie qu'on retirerait sur la fusion.

Tailings et pertes. — Les tailings (résidus) qui sortent des usines de Waratah sont traités à nouveau, en même temps que ceux des Compagnies avoisinantes, dans les usines de « Catch'em », à 1 200 mètres en contre-bas, sur la rivière. Ils sont d'abord lavés, puis broyés dans un moulin chilien, classés et traités sur tables rotatives. Un homme et un aide forment toute l'équipe. On retire environ, dans cette usine, 50 tonnes de minerai par an. On a fait de nombreux essais pour analyser la quantité de cassiterite qui reste dans les tailings après leur traitement; mais les résultats sont très différents, suivant la source du stuff originel. Celui de la « Tête Blanche » se traite facilement et la perte est très faible; mais il est bien plus difficile d'extraire tout le minerai du stuff provenant de la « Tête Noire » et de la « Tête à Massacre »; la difficulté est inhérente à la quantité d'hématite que renferme le minerai. Des échantillons pris jour par jour, pendant une quinzaine, ont donné 0,01 à 0,2 % d'étain, ce dernier chiffre n'ayant été atteint que dans un seul échantillon.

Ateliers auxiliaires. — Jusqu'à ces derniers temps, on traitait une certaine quantité d'alluvions à la mine dans des slimes. Les concentrés, renfermant environ 20 % de minerai d'étain, étaient envoyés à l'usine de Waratah pour la préparation finale, tandis que les tailings provenant des slimes passaient dans les usines de Ringtail, situées un peu en contre-bas de la mine. Aujourd'hui il reste peu de minerai d'alluvion; les slimes ne servent qu'occasionnellement pour les stuffs entraînés par les eaux de drainage de la mine.

Il existe une usine, dans le genre de celle de Waratah, à North Valley; elle est un peu moins importante que celle-là, et traite plus spécialement le minerai pyriteux qui exige un grillage préalable.

Consommation d'eau. — Les usines de Waratah consomment, tant pour la force motrice que pour les besoins de la préparation du minerai, 1 872 hectolitres d'eau à l'heure. Cette eau provient, en partie, du ruisseau Waratah, et en partie du Falls Creek, sur lequel on a construit de vastes réservoirs; une petite quantité est également fournie par la rivière Fossy.

Pendant la saison des pluies, ces trois cours d'eau débitent un volume d'eau suffisant, mais il n'en est plus de même après les premières semaines de la période sèche; avec les réservoirs installés comme ils le sont aujourd'hui, on aurait à souffrir du manque d'eau, pour peu que la saison de sécheresse se prolongeât au delà de ses limites habituelles. Les réservoirs de Falls Creek se composent simplement d'une série de barrages non cimentés en travers de la rivière. L'un seulement vient d'être remplacé par un mur de maçonnerie ayant coûté 125 000 francs, mais qui élève la capacité du réservoir de 7 425 000 hectolitres à 22 millions d'hectolitres. Les eaux du Fossy

sont amenées dans ce réservoir par un canal long de 7 kilomètres, mesurant 0m75 de profondeur et 1 mètre de large, avec une pente de 0m30 par kilomètre environ. La Compagnie a dépensé, pour ces travaux de canalisation et de réservoirs, une somme totale de 560 000 francs.

On a construit, en 1887, à Mount Bischoff, une fonderie de cuivre et de fer nécessitée par l'éloignement de tout centre industriel. Grâce à cet atelier, on prévient de longs arrêts dans le travail et l'on peut employer les matériaux hors d'usage sous une nouvelle forme. La soufflerie est actionnée par un ventilateur Root, qui sert également à alimenter quatre feux de forge.

Le téléphone réunit les bureaux de l'usine à North Valley (distance 5 kilomètres) aux usines de Ringtail, à la maison du directeur.

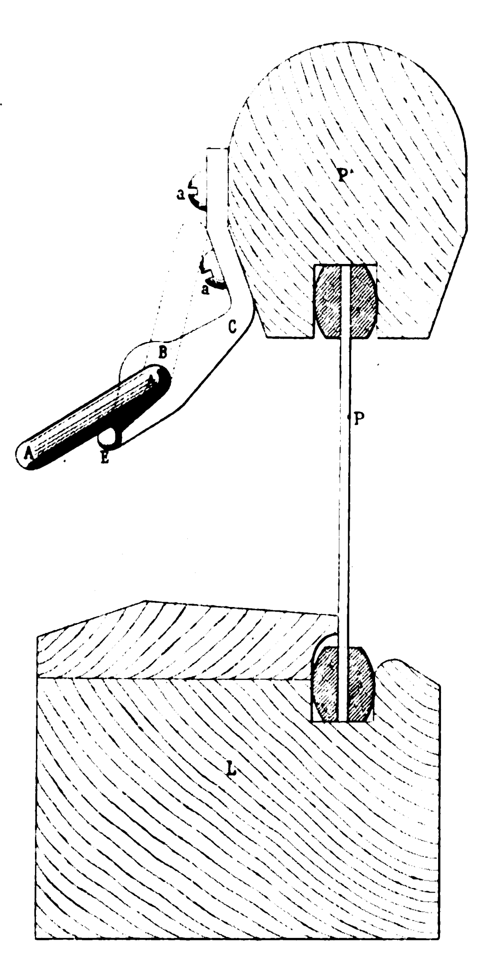
M. Kayser, auquel nous empruntons les détails ci-dessus, s'est trouvé placé à la direction de la mine en 1875. Les premiers résultats positifs se sont produits en 1878, après qu'on eût dépensé environ 2 500 000 francs pour développements miniers et équipement. Presque toute cette somme avait été simplement prélevée sur les bénéfices. Depuis 1878 les bénéfices se sont accrus; ils atteignaient, le 30 juin 1894, un total de 37 500 000 francs. Le prix moyen de l'étain, pendant cette période, s'était élevé à 2 219 francs les 1 000 kilogr. Le rendement en minerai prêt à être fondu, jusqu'à cette date, avait été de 43 876 tonnes, provenant de 5 500 000 tonnes de stuffs.

F. S.

INDUSTRIES TEXTILES

GARDE-NAVETTES POUR MÉTIERS A TISSER

Les accidents qui se produisent le plus fréquemment dans les métiers à tisser sont dus au saut de la navette pendant le travail, lorsque cette navette reçoit une fausse direction, ce qui arrive principalement soit par le mauvais réglage de la boîte de chasse, soit par des fils de chaîne cassés qui se mettent en travers des autres. Il peut en résulter la perte d'un œil ou d'autres blessures graves. Tous les métiers à tisser sont plus ou moins sujets à cet échappement inattendu de la navette, suivant leur largeur, leur vitesse et le genre d'étoffes qu'ils produisent.



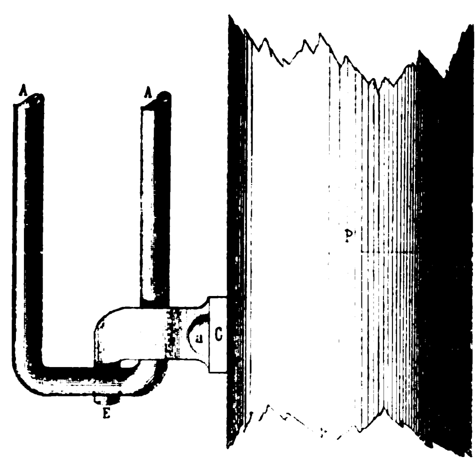


Fig. 1 et 2. — Garde-navette, système Sins.

Pare-navettes. — Lorsque les métiers ne sont munis d'aucun appareil empêchant le saut de la navette, on dispose quelquefois, de chaque côté de ces métiers, des *pare-navettes*. Ce sont des sortes d'écrans, formés d'un cadre en fer ou en bois, rempli par un treillis en grillage métallique, ou en cordelette. Cet écran est supporté par une tige verticale, ou bien encore il est suspendu au plafond de la salle. On lui donne les plus grandes dimensions possibles, afin d'arrêter plus sûrement la navette.

Ces pare-navettes ont rendu des services, mais ils sont bien inférieurs aux garde-navettes et ne doivent être adoptés que comme pis-aller. Ils présentent, en effet, un certain nombre d'inconvénients : ils sont gênants par la place qu'ils nécessitent; ils ramassent les poussières et sont d'un nettoyage difficile; dans les ateliers qui sont éclairés latéralement et non par le haut, ils enlèvent de la lumière pour le travail; enfin, leur efficacité n'est pas absolue, car il peut arriver que la navette soit projetée en dehors de l'écran.

Garde-navettes. — Il est bien préférable d'employer un *garde-navette*, c'est-à-dire un appareil monté sur le métier à tisser et empêchant le saut de la navette. De nombreux dispositifs ont été proposés dans ce but. Ce qui a, jusqu'ici, retardé la généralisation de leur emploi, c'est la difficulté de concilier les nécessités de la prévention avec les exigences légitimes de la fabrication. Il faut, en effet, un appareil qui ne gêne pas le travail de l'ouvrier, qui soit peu coûteux, et dont les organes ne soient pas soumis à une usure rapide.

Nous n'entrerons pas dans l'examen de tous les garde-navettes proposés ou essayés; nous en décrirons seulement quelques-uns, les plus généralement appliqués, et qui peuvent être considérés comme des types.

Garde-navette Sins. — Le garde-navette dû à M. Sins, directeur du tissage de la maison Ch. Mieg et Cie, se compose d'une tringle en fer rond de 6 à 7 millimètres au plus de diamètre, repliée de manière à former une sorte de cadre à deux branches parallèles A, A (fig. 1 et 2). Ce cadre, qui présente la largeur du métier, et dont les deux branches sont distantes de 23 à 25 millimètres, est maintenu par deux supports C en fer forgé, fixés aux deux extrémités du chapeau P'. La tringle supérieure s'engage dans le trou B du support; l'autre tringle est maintenue par la saillie E du même support.

Le dessin en pointillé représente la position qu'occupent les tringles relevées et adossées contre le chapeau.

La tringle supérieure doit traverser les supports extrêmes avec beaucoup de jeu, pour réduire autant que possible les frottements. Dans le cas de grande largeur, on emploiera des supports intermédiaires formés de bandes de cuir repliées et vissées sur le chapeau. On augmentera la rigidité du cadre en reliant les deux tringles, de distance en distance, par du fil de fer.

Garde-navette Bruey. — M. Bruey, mécanicien à Ronchamp, a créé un garde-navette disposé comme suit :

Les tringles de protection de la navette *t*, *t*, *t*, son rivées à une tige en fer carré T (fig. 3, 4, 5, 6 et 7) dont les tourillons cylindriques se meuvent dans les supports SS' fixés au chapeau du métier. Un ressort R, qui s'appuie sur le ressort S', pousse constamment la tige T vers le support S. Du côté de ce dernier, cette tige présente une partie P, en forme de pyramide quadrangulaire, s'emboîtant dans une mortaise de même forme du support S.

Une goupille G, traversant l'axe, s'engage dans une rainure du support S', et ne permet pas à la tige, lorsque l'appareil est relevé, de se loger dans la cavité du support S. Il devient ainsi très sensible et, aux premiers coups de battant, retombe dans sa position protectrice.

Les figures 3, 4 et 5 représentent l'appareil dans la position qu'il occupe lorsque le métier est en marche. Les figures 6 et 7 représentent l'appareil relevé, pour rentrer des fils de chaîne cassés.

Garde-navette Ploucquet. — La disposition adoptée par M. C.-F. Ploucquet, de Heidenheim-sur-Brenz (Wurtemberg), est très simple. Aux deux côtés du chapeau (fig. 8, 9 et 10) sont fixées deux coulisses courbes S, en fonte. Elles servent de support et de guide à la tringle protectrice *t*. Lorsque l'ouvrier veut rattacher des fils, il repousse cette tringle jusque dans la position *t'*. Elle revient en *t* aux premiers coups de battant. Pas d'articulations, pas de ressorts, qu'on peut toujours craindre de voir se détériorer sous l'action des trépidations incessantes du battant. Les coulisses en fonte doivent être solidement fixées au bâti, leur saillie doit être appropriée au métier et à la forme de la navette. La tringle *t* est en acier. Dans les supports à grande laize, on la soutient en son milieu par un support intermédiaire.

Concours ouvert en Italie. — L'Association cotonnière italienne de Milan, frappée par la fréquence des accidents dus au saut de la navette dans les métiers à tisser, avait proposé au ministre de l'Agriculture, du Commerce et de l'Industrie, d'ouvrir, en 1894, un concours international de garde-navettes. Le Gouvernement italien a donné suite à cette proposition et ouvert ce concours, pour lequel il a institué trois

prix : une médaille d'or de 1re classe, avec une somme de 3 000 francs; une médaille d'or de 2e classe; une médaille d'argent.

La Commission d'examen, composée d'industriels éminents de la péninsule, avait, pour président d'honneur, M. le député Michele Chiesa, représentant le Ministère, et pour président effectif, M. le

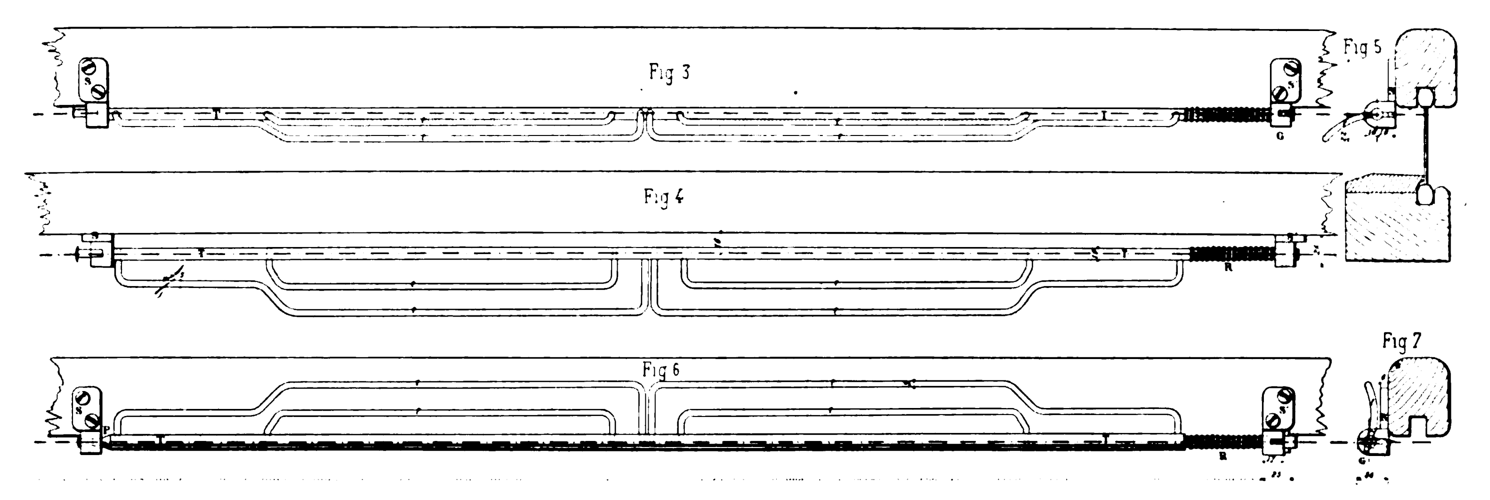


Fig. 3 à 7. — Garde-navette, système Bruey.

Commandeur Ernesto de Angeli, président de l'Association des Industriels d'Italie contre les accidents du travail. Elle comptait parmi ses membres M. le docteur Silvio Benigno Crespi, président de l'Association cotonnière italienne.

Vingt-huit concurrents, allemands, anglais, grecs, italiens, russes et suisses, ont pris part au concours.

La Commission, après avoir éliminé, dans un travail préparatoire, un certain nombre d'appareils qui ne répondaient pas au programme,

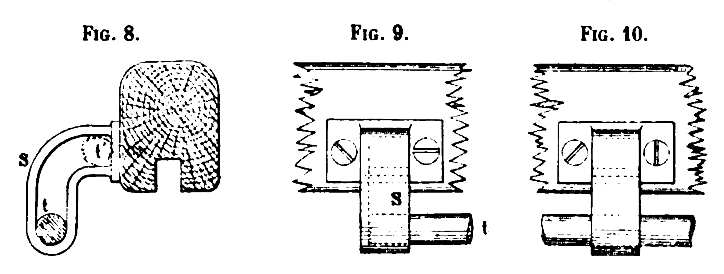


Fig. 8 à 10. — Garde-navette, système Ploucquet.

en a retenu quinze qui lui ont paru mériter d'être expérimentés. Elle les a mis en essai pendant quatre mois consécutifs, dans des établissements industriels appartenant aux membres du jury. Le résultat du concours a été le suivant :

Le premier prix (1re médaille d'or et 3 000 francs) a été décerné à M. l'Ingénieur Leopoldo Sconfietti, directeur du Cotonificio Cantoni, de Legnano;

Le deuxième prix (2e médaille d'or) a été décerné à M. le professeur Gaetano Alzati, de Milan;

Le troisième prix n'a pas été attribué.

Nous donnerons une description rapide des deux appareils récompensés.

I. — *Garde-navette, système L. Sconfietti.* — Les différents systèmes de garde-navette employés ou proposés jusqu'ici, ont tous pour but d'arrêter la navette, si elle saute, et d'empêcher sa projection hors du métier.

Ils consistent généralement en un jeu de tringles, fixes ou mobiles, ayant la largeur du peigne et arrêtant la navette dans son élan. Mais tous ces appareils ont les inconvénients suivants :

1° Ils cachent en partie à l'ouvrier le peigne et la chaîne;

2° Ils exposent l'ouvrier à se blesser la main pendant la marche ;

3° Ils gênent l'ouvrier pour le rentrage des fils et le remplacement de la navette;

4° Leur complication est parfois assez grande et leur prix assez élevé.

Le garde-navette de M. L. Sconfietti a l'avantage d'être d'une construction simple ; il laisse toujours découverts le peigne et la chaîne et ne gêne en aucune façon l'ouvrier dans son travail.

Son principe n'est plus d'arrêter la navette une fois qu'elle a sauté, mais d'empêcher le saut même et de forcer la navette à ne pas s'écarter de son chemin, si une cause quelconque tendait à l'en éloigner.

Cet appareil, qui peut être construit en fonte malléable et en acier, est représenté par les figures 11, 12 et 13.

La figure 11 montre la vue de face, en élévation, d'un battant muni du garde-navette.

La figure 12 en montre la coupe au moment où la chaîne est ouverte et le garde-navette relevé dans sa position d'équilibre.

Enfin, la figure 13 représente le battant dans la même situation que précédemment, mais le garde-navette rabattu dans sa position de marche.

Les guides *a a*... sont fixés sur la règle *b* à des intervalles *s* un peu inférieurs à une demi-longueur de la navette (soit environ à 135 millimètres l'un de l'autre) et en nombre suffisant pour que l'intervalle s_1 entre les guides extrêmes et les oreillettes des boîtes soit également inférieur à cette demi-longueur.

La règle *b* est retenue par des supports *f* fixés au chapeau du

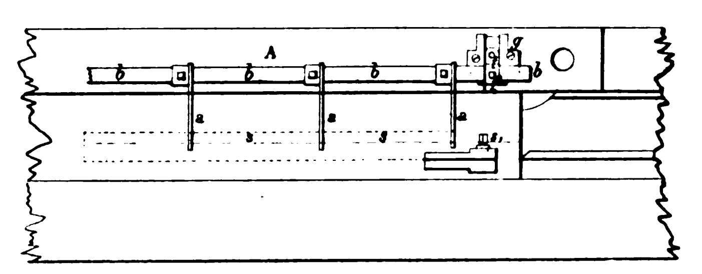


Fig. 11. — Garde-navette, système L. Sconfietti.
Vue de face d'un battant muni du garde-navette.

peigne. Des vis *t* servent à l'arrêter dans les supports et permettent de la déplacer dans le sens de la largeur du métier, afin que, pendant la marche, aucun des guides *a a* ne rencontre les vis surélevées des templets.

Les supports *f* peuvent, d'autre part, glisser verticalement dans les coulisses *g* de leurs plaques d'appui, de manière à régler la hauteur des guides et à faire en sorte qu'au moment où le peigne vient serrer

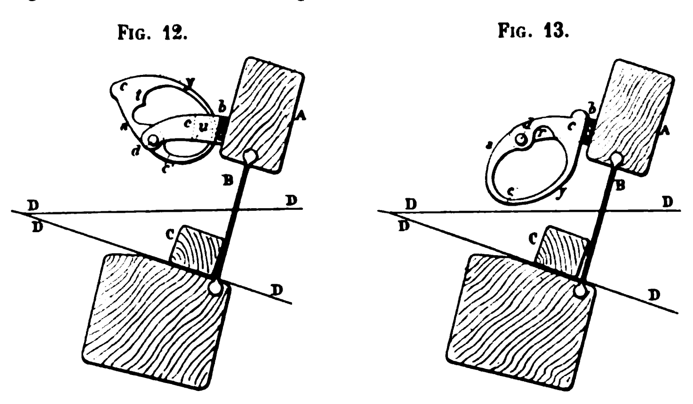


Fig. 12. — Coupe du garde-navette Sconfietti, le garde-navette relevé dans sa position d'équilibre.

Fig. 13. — Coupe du garde-navette Sconfietti, le garde-navette rabattu dans sa position de marche.

le tissu, ces guides soient encore à quelques millimètres au-dessus des templets et ne touchent pas l'étoffe.

Les plaques d'appui *g* sont encastrées dans le bois du chapeau A et retenues par des vis qui se fixent à peu près au milieu du chapeau, pour que la règle *b* ne descende jamais au-dessous du bord inférieur du chapeau.

Le guide *a* se compose d'une sorte d'anneau *cc'* mobile autour d'un axe *d*. Ce dernier est porté par le bras *e*, fixé lui-même à la règle *b*.

Le guide mobile *cc'* peut avoir des profils différents de celui qui est indiqué sur les figures 12 et 13, mais, quelle que soit sa forme, la paroi *y*, tournée du côté de la chasse (fig. 13), doit être découpée suivant un arc de cercle dont le centre correspond au pivot *d*.

C'est cette partie *y* qui constitue le véritable guide et empêche le saut de la navette. La partie mobile *cc'* peut pivoter d'avant en arrière, comme on le voit dans la figure 12, mais non dans l'autre sens, car elle est retenue par un taquet *r* contre lequel elle vient butter quand elle est complètement baissée à la position de sûreté (fig. 13).

Le talon *c*, qui est renforcé, forme contrepoids pour que le guide garde toujours sa position normale de sûreté et la reprenne s'il a été déplacé. Le guide *cc'* peut, quand on l'a relevé complètement dans la position d'arrêt (fig. 12), rester dans cette situation. Mais la forme et le poids de l'anneau sont déterminés de telle sorte qu'au premier coup de battant cet anneau retombe de lui-même à sa position de sûreté.

Une fois les guides ainsi replacés dans leur position normale, ils n'en bougent plus, quelles que soient les vibrations du métier, grâce au contrepoids et aussi à la petite saillie angulaire *t* (fig. 12) de la pièce mobile *c*, qui pénètre dans la cavité *u* du bras *e*.

Avec ce garde-navette, l'ouvrier peut, comme nous allons le voir, faire toutes les manipulations que nécessite le travail, sans aucune gêne et sans danger :

1° *Pour enlever la navette.* — L'ouvrier agit comme à l'ordinaire. Si la navette est engagée sous un guide, il peut soulever ce guide qui laisse alors passer la navette;

2° *Pour introduire la navette.* — L'ouvrier n'a qu'à pousser la navette comme s'il n'y avait pas de guides, car si elle en heurte un ou plusieurs, ceux-ci se soulèvent et retombent aussitôt après dans leur position normale;

3° *Pour le rentrage des fils.* — Rien de particulier quand les fils à rentrer sont dans un espace libre entre deux guides. Si le fil se trouve cassé au droit d'un guide, l'ouvrier soulève ce guide avec la main par le mouvement même qu'il fait pour remettre le fil. Ce guide reste soulevé dans sa position d'équilibre tout le temps que dure l'opération et, au premier coup de battant, il retombe de lui-même;

4° *Pour enlever les duites du tissu.* — Comme dans l'opération précédente, l'ouvrier soulève les guides, sans précautions spéciales, et ceux-ci retombent dès que le métier est remis en route.

Pendant le travail, l'ouvrier peut librement nettoyer le tissu avec les ciseaux et faire toutes les manœuvres ordinaires sans se blesser, à cause de la forme circulaire et de la grande mobilité des guides. La paroi de ces guides est, de plus, arrondie.

La navette, quel que soit l'obstacle qui tend à la faire sauter, est toujours maintenue sur le seuillet de la châsse et forcée de rentrer dans les boîtes.

En effet, si, par suite de fils rompus ou par toute autre cause, la navette tend à être projetée hors du métier, elle vient butter contre un des guides et ceux-ci la forcent à suivre sa route le long du peigne et à rentrer dans les boîtes.

En heurtant les guides, la navette est rejetée assez violemment contre le peigne qui, s'il est mobile, s'écarte et arrête le métier. S'il est fixe, la navette qui, par suite de ces chocs, a perdu de sa vitesse, entre en retard dans la boîte et le métier s'arrête également.

Dans tous les cas, lorsque le métier s'arrête, la navette a toujours été maintenue parallèle au peigne sans casser aucun fil de la chaîne et sans endommager ni le tissu, ni le peigne, ni les guides eux-mêmes, en raison de leur écartement, inférieur à une demi-longueur de navette.

II. — *Garde-navette de M. le professeur G. Alzati.* — Le garde-navette de M. le professeur G. Alzati se compose de trois tringles en fer Q, R, S (fig. 14, 15 et 16), disposées sur toute la largeur du métier. La tringle S est fixée au chapeau du battant par trois coussinets F. Les deux autres tringles Q, R pivotent autour d'elle.

La tringle R se rattache au tirant T articulé en *a* au levier L, qui pivote autour d'un point H du bâti du métier. Ce levier est limité à sa partie inférieure par un contour polygonal; il ne peut tourner dans le sens de la flèche (fig. 14) qu'en fléchissant le ressort plat M disposé en forme de pont.

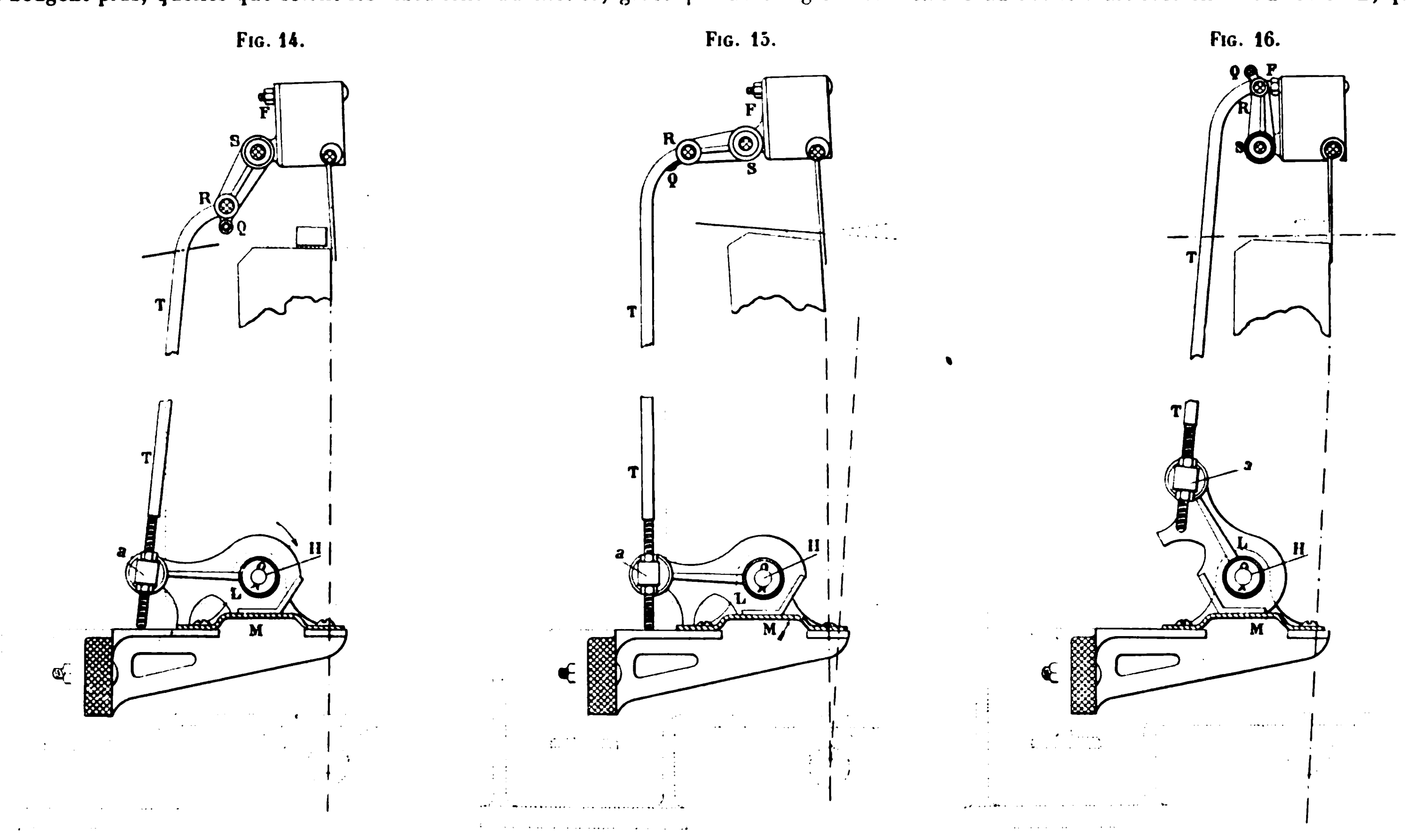


Fig. 14 à 16. — Garde-navette, système G. Alzati.

Pendant toute la durée du mouvement du métier, la tige T est baissée et pivote autour du point *a* en suivant les oscillations de la châsse, de manière à faire passer alternativement le garde-navette de la position de la figure 14, correspondant au lancement de la navette, à celle de la figure 15, dans laquelle le peigne est en train de serrer la dernière duite contre le tissu déjà formé.

Aussitôt que, par l'action du levier de débrayage, le métier a été arrêté, l'ouvrier soulève à la main, par la tringle Q, la tige T, en surmontant la résistance du ressort M. Le garde-navette prend alors la position de la figure 16.

Lorsque le métier est remis en mouvement, le garde-navette descend automatiquement par la pression que le battant exerce alors sur le tirant T.

Henri Mamy,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

CHEMINS DE FER

NOTE SUR LA CONSOMMATION D'EAU DES LOCOMOTIVES

M. Vicaire, Inspecteur général des Mines, a communiqué à l'Académie des Sciences une note sur la consommation d'eau des locomotives, qui a été lue dans la séance du 28 décembre dernier, et dont nous donnons ici le compte rendu *in extenso*, en raison de l'intérêt que présente la méthode générale suivie par son auteur pour le calcul des



consommations d'eau et de combustible d'une locomotive chargée de remorquer un train déterminé sur une ligne donnée.

La marche à suivre pour calculer la dépense de vapeur nécessaire est la suivante :

On met à part les parties de ligne où la pente est suffisante pour que le train conserve sa vitesse par la seule action de la gravité. Sur ces parties, on ne peut assigner à la consommation de vapeur qu'une valeur empirique, indépendante de la déclivité et proportionnelle au parcours.

Sur les autres parties, le train aura une vitesse fonction de la déclivité et l'on devra, pour chaque déclivité, calculer l'admission de vapeur x nécessaire pour maintenir cette vitesse. Elle est donnée par l'équation transcendante

$$[1] \qquad f(x) = \mathrm{P}(r + i) + \mathrm{M},$$

pour laquelle

P est le poids total du train, y compris la ou les machines;
r, la résistance en kilogrammes par tonne de train à la vitesse v réalisée;
i, la déclivité en millimètres par mètre, positive pour une rampe;
M, la résistance du mécanisme des machines;
$f(x)$, l'effort moyen de la vapeur sur les pistons ramené à la jante des roues motrices; il est donné par la formule logarithmique de Poncelet.

L'évaluation des résistances r et M est incertaine et l'obligation de résoudre l'équation pour chaque déclivité rend le calcul laborieux.

A la demande de l'Administration, des expériences furent instituées sur le réseau d'Orléans, en 1893, pour déterminer la consommation d'eau de trains de 450 tonnes, remorqués en simple ou en double traction à la vitesse moyenne de 30 kilomètres. M. Vicaire s'est proposé d'en tirer un moyen simple de calculer la consommation d'un pareil train sur une section quelconque; il y est parvenu à l'aide des remarques suivantes :

L'expression $f(x)$ peut être remplacée par une expression linéaire en x avec une erreur qui ne dépasse pas 6 % dans les limites largement suffisantes de $x = 0{,}15$ à $x = 0{,}60$.

La résistance M du mécanisme est généralement supposée constante; on peut, pour plus d'exactitude, supposer qu'elle augmente avec x et la représenter aussi par une fonction linéaire de cette variable.

Pour la résistance r, on admet le plus souvent une fonction linéaire de v. Mais v, pour un train donné, dépend uniquement de i et peut, avec une approximation suffisante, être exprimée linéairement en i; $r + i$ sera donc une fonction linéaire de i, et l'équation [1] deviendra

$$a + bx = \mathrm{P}(m + ni).$$

La dépense de vapeur par coup de piston et, par conséquent, pour une machine donnée, par kilomètre, est sensiblement proportionnelle à x. On peut donc, en donnant au coefficient b une valeur convenable, considérer x comme représentant la consommation kilométrique.

Pour une longueur l, à déclivité constante, la consommation sera

$$\frac{\mathrm{P}m - a}{b}\, l + \frac{\mathrm{P}n}{b}\, li = \mathrm{A}l + \mathrm{B}li.$$

Avec l'approximation admise, elle se décompose donc en deux parties, l'une indépendante de la déclivité, l'autre proportionnelle à l'ascension $li = h$, positive ou négative, effectuée par le train. Le coefficient B de celle-ci contient en facteur le poids P du train.

Pour une section comprenant des parties l parcourues sous vapeur et des parties l' parcourues par la gravité, la consommation totale sera :

$$\mathrm{V} = \mathrm{A}\Sigma l + \mathrm{B}\Sigma li + \mathrm{C}\Sigma l'.$$

M. Vicaire a été amené, pour les trains mis en expérience, à considérer comme parcourues par la gravité toutes les pentes de 5 millimètres par mètre et au-dessus. Cela posé, les profils des lignes font connaître Σl, Σli, $\Sigma l'$.

Les expériences ont porté sur un parcours total de 1 349 kilomètres, et ont comporté 77 observations de consommation. Ce ne serait pas assez pour écarter toutes les influences accidentelles; cela a paru suffisant pour le but spécial qu'on avait en vue.

Elles ont compris quatre marches en double traction et trois marches en simple traction, soit sept cas distincts pour chacun desquels il y avait lieu de calculer séparément les coefficients A, B, C.

Si l'on appliquait immédiatement la méthode des moindres carrés aux 77 équations de condition, les mesures relatives à des parcours de peu de longueur seraient presque sans influence sur le résultat; or, ce sont souvent les plus intéressantes parce qu'elles correspondent à des parties de ligne bien homogènes comme profil. Après divers essais, M. Vicaire s'est arrêté à diviser chaque équation par la longueur de la section correspondante; en d'autres termes, il a pris, comme donnée d'expérience, non pas la consommation absolue, mais la consommation kilométrique.

Remarquant ensuite qu'on peut modifier les coefficients d'une manière assez notable sans que les observations cessent d'être bien représentées, il a cherché à déduire des équations normales une solution comportant pour chacun des cas de simple et de double traction une valeur commune du rapport B : P et des valeurs de A aussi peu différentes que possible. Il a obtenu ainsi le tableau suivant :

Section	Poids total P.	Eau consommée pour 1 mètre de montée B.	1 kilom. de parcours sous vapeur A.	1 kilom. en contre-vapeur C.
—	—	—	—	—
	tonnes.	kilogr.	kilogr.	kilogr.
1° *Simple traction;* B : P = 5kg5 *pour* 100 *tonnes.*				
Tours-Poitiers. .	500	27,50	110,2	29,0
Angers-Nantes. .	500	» (1)	107,4	» (1)
Brive-Cahors . .	515	28,32	110,8	45,4
2° *Double traction;* B : P = 4kg5 *pour* 100 *tonnes.*				
Tours-Poitiers. .	560	25,20	142,7	50,6
Angers-Nantes. .	550	»	144,2	»
Savenay-Vannes.	550	24,75	149,7	65,6
Brive-Cahors . .	570	25,65	144,7	169,7

On ne doit pas s'étonner de trouver des résultats peu concordants pour C, puisque, dans la marche en contre-vapeur, le mécanicien peut dépenser de l'eau à volonté à partir d'un certain minimum.

Les dépenses de 5kg 5 et de 4kg 5 pour élever 100 tonnes à 1 mètre équivalent respectivement à 14kg 85 et 12kg 14 par cheval-heure. On dépense davantage en simple traction parce qu'on marche avec une admission plus étendue.

D'après ces bases de 5kg 5 et de 4kg 5 pour 100 000 kilogrammètres, les consommations de 110 et de 145 kilogr. en palier pour 500 et 560 tonnes représentent des résistances de 4 kilogr. et de 5kg 75 par tonne, machine comprise.

La mesure des consommations par le vide observé dans le tender pourrait être facilement appliquée aux trains du service courant, sur des sections choisies d'un réseau, et en procédant suivant la méthode esquissée ci-dessus, on aurait, pour le calcul des consommations d'eau et de combustible, le procédé le plus commode et le plus exempt de toute appréciation arbitraire.

(1) La section Angers-Nantes est presque entièrement de niveau, elle ne fournit donc aucune valeur pour C, aucune condition utile pour B et convient très bien pour la détermination de A.

CONSTRUCTIONS NAVALES

LE MONITOR « AMPHITRITE »

cuirassé garde-côtes de la marine des États-Unis.

Nous trouvons dans le *Scientific American* quelques détails sur les monitors mis en chantier aux États-Unis en 1874, et qui viennent seulement d'être achevés après avoir subi, en cours d'exécution, des transformations considérables qui les ont mis en état de prendre place parmi les unités actuelles de la flotte de combat; et, comme cette

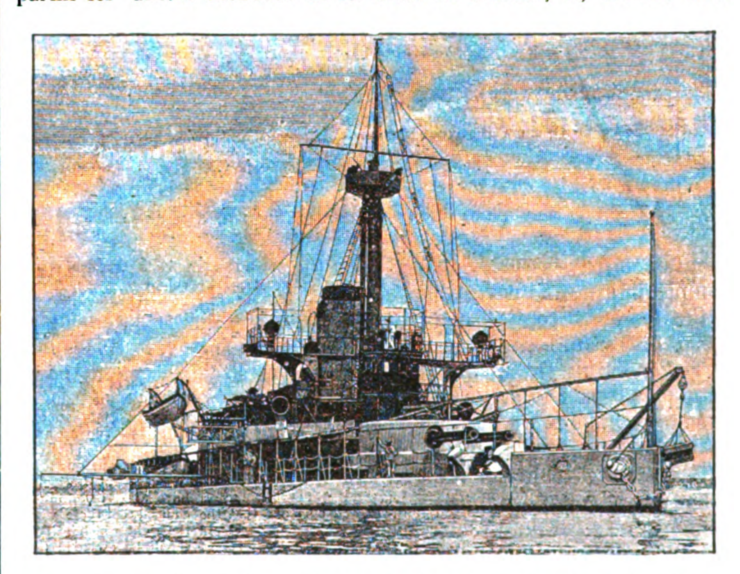


Fig. 1. — Vue du monitor américain *Amphitrite* pour la défense des côtes.

question de l'utilisation des types anciens se pose également dans la plupart des marines européennes, nous croyons intéressant de mettre ces types modifiés sous les yeux de nos lecteurs.

On s'est plaint souvent en France, et avec juste raison, d'ailleurs, des transformations que les navires subissent trop fréquemment au

cours de la période de construction; ces modifications incessantes ont, en effet, pour conséquence de retarder longtemps l'achèvement, de nuire souvent à la bonne proportion des éléments divers qui constituent le navire, si bien que la construction terminée, on peut se trouver mis en présence d'un défaut grave dont on ne s'est pas aperçu auparavant, parce qu'il aurait fallu reprendre l'étude et les calculs d'ensemble du navire, en tenant compte de tous ces remaniements successifs.

Les monitors américains constituent, à ce point de vue, un exemple des plus curieux de lenteur et de remaniements, puisque l'achèvement a demandé plus de 20 années. Hâtons-nous de dire que cet exemple est unique dans la flotte américaine, et que ce retard résulte du fait que les travaux de construction étaient restés complètement arrêtés pendant plusieurs années, lorsqu'on décida de les reprendre en 1885, et le Congrès vota alors, à cet effet, un crédit de 3 178 046 dollars.

Le monitor *Amphitrite*, qui est représenté sur la figure 1, est un des cinq garde-côtes mis en chantier en 1874.

Ces navires, remarque le *Scientific American*, constituent les seules constructions navales effectuées aux États-Unis, au cours de cette période de 20 années qui a suivi la guerre de Sécession jusqu'au moment où le pays s'est décidé à se constituer de toutes pièces une flotte complète formée de navires neufs.

Ces monitors comprenaient quatre navires d'un déplacement de 3 990 tonnes qui sont, outre l'*Amphitrite*, le *Miantonoh*, le *Monadnock*, le *Terror*, et un cinquième, le *Puritan*, dont le déplacement, beaucoup plus considérable, atteint 6 060 tonnes. Un sixième monitor du même type que le *Puritan*, le *Monterey*, a été construit plus récemment dans les ateliers de San Francisco.

Ces navires établis sur les tracés du fameux monitor l'*Ericson*, qui a figuré avec éclat, comme on sait, dans la guerre de Sécession, présentent une série de caractères communs, bien définis, qui en font les types de transition entre les premiers vaisseaux à tourelles cuirassées et les modèles actuels.

Ce sont, en quelque sorte, des batteries flottantes ayant une vitesse modérée, une hauteur de commandement au-dessus de la ligne de flottaison particulièrement réduite, ce qui les rend plus difficiles à atteindre; ils sont fortement cuirassés, et munis d'un petit nombre de canons lourds et puissants. Ces navires sont particulièrement appropriés à la défense des côtes et à la protection des baies que présente en grand nombre le littoral américain.

L'*Amphitrite* a 259' 6" (79m 10) de longueur, 55' 10" (17m 01) de largeur au maître couple et 14' 6" (4m 40) de tirant d'eau pour un déplacement de 3 990 tonneaux.

La coque est entièrement métallique : elle comprend une série de compartiments étanches pour prévenir les venues d'eau à la suite de l'attaque des torpilleurs. Ces compartiments s'étendent jusqu'à trois pieds (0m 914) au-dessous de la ligne de flottaison, pour faire place à la ceinture cuirassée en acier d'une hauteur totale de sept pieds (2m 134), celle-ci s'élève ainsi à quatre pieds (1m 220) au-dessus de la ligne de flottaison pour recevoir le pont cuirassé. L'épaisseur maximum de la cuirasse est de 9" (0m 228) au milieu du navire, elle s'abaisse à 5" (0m 127) aux extrémités.

Le pont cuirassé qui s'appuie sur le bord supérieur de la cuirasse de ceinture recouvre complètement le navire, et ne s'interrompt que pour recevoir les tourelles des gros canons. Il est formé de deux tôles d'acier superposées de 0m 044 d'épaisseur totale. Ce pont abrite les machines et chaudières ainsi que les mécanismes des tourelles et les approvisionnements de munitions qui sont, en outre, protégés extérieurement par la ceinture cuirassée.

Les tourelles, au nombre de deux, situées l'une à l'avant, l'autre à l'arrière, renferment chacune deux canons de 10" (0m 254) d'un poids de 25 tonnes. Elles sont desservies par des mécanismes hydrauliques pour le service des munitions.

Les parties fixes sont en acier cémenté type Harvey de 11" 1/2 (0m 292) d'épaisseur. Les parties tournantes, qui sont également en acier cémenté, ont seulement 7" 1/2 (0m 190) d'épaisseur. Les tourelles sont, en outre, abritées à la partie supérieure par une toiture en acier de 1" 1/2 (0m 038) d'épaisseur.

L'abri du commandant, situé au-dessus de la tourelle avant, est relié par des communications téléphoniques avec les chambres des machines ainsi que les tourelles, de façon à mettre tous les organes de manœuvre sous le commandement direct du capitaine.

Sur le pont supérieur sont installés huit canons à tir rapide dont deux de 4" (0m 100) et six autres de petits calibres définis par le poids des projectiles 6, 3 et 1 lb (2k 72, 1k 36 et 0k 450).

La figure 2 représente l'installation d'un canon de 4" (0m 100), sur son affût. On remarquera l'emploi des masques demi-circulaires pour la protection du mécanisme de manœuvre et des servants. L'ensemble des parties mobiles est, d'ailleurs, complètement équilibré de façon que les manœuvres puissent s'exécuter à la main sans difficulté. L'armement du navire est complété par deux petits canons Hotchkiss à tir rapide, installés sur la plate-forme du mât militaire.

Les machines motrices, du type compound, ont pu être installées sous le pont cuirassé, malgré le peu de hauteur disponible; elles fournissent une puissance de 1 426 chevaux indiqués, assurant une vitesse de 12 nœuds à l'heure.

Sur le *Terror*, au contraire, qui fait partie du même groupe, les

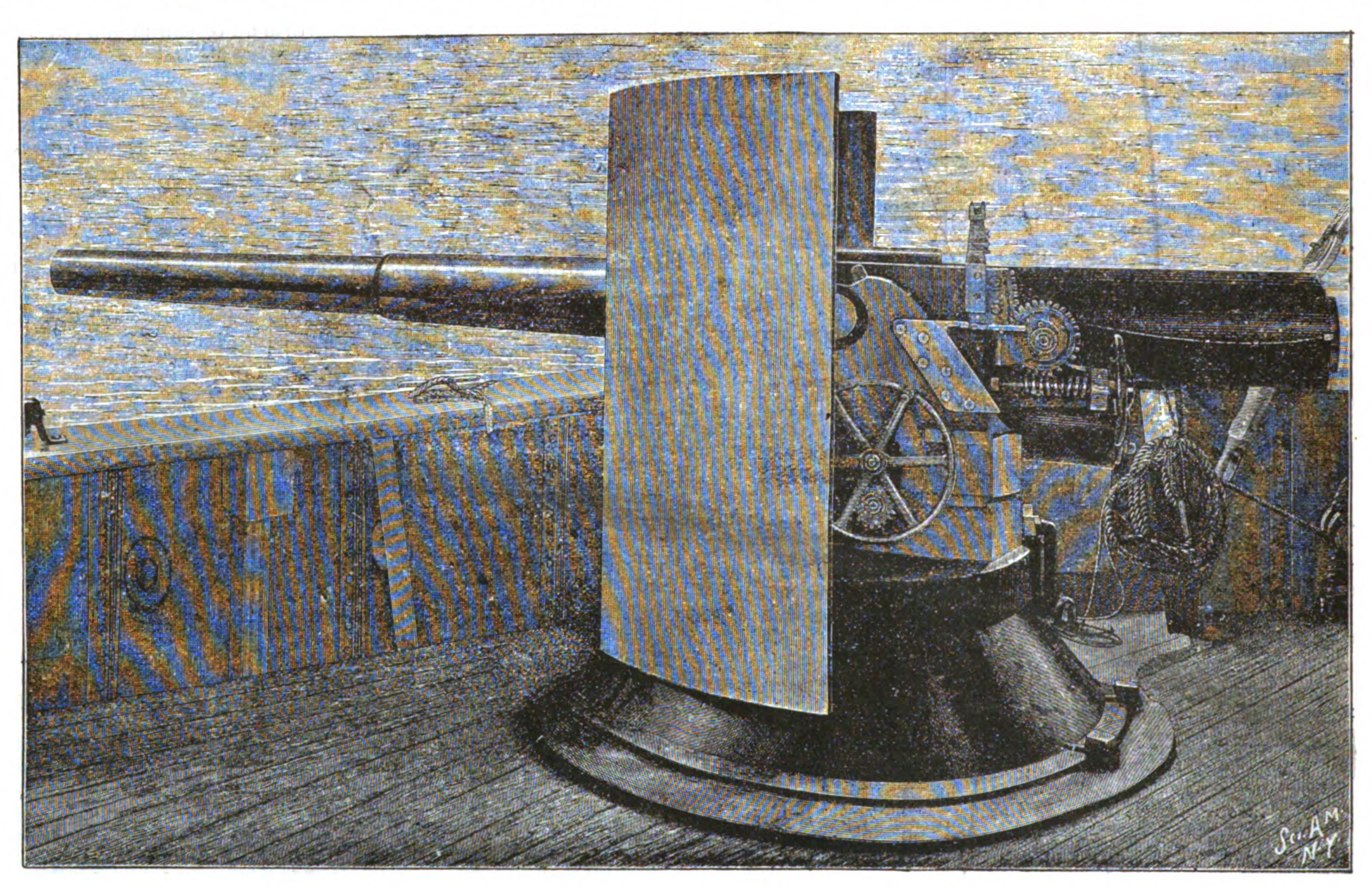


Fig. 2. — Canon à tir rapide et à bouclier tournant, installé sur le monitor américain *Amphitrite*.



tourelles sont actionnées par des machines pneumatiques; et, le cas est d'autant plus intéressant à signaler, que ces appareils pneumatiques pour tourelles sont les premiers qui aient été employés, non seulement aux États-Unis, mais même, paraît-il, dans le monde entier.

L'air comprimé nécessaire à la manœuvre est refoulé en 45 secondes, par des compresseurs, dans un collecteur de 20 centimètres de diamètre; il est amené à sa pression de travail qui est de 6 kilogr. par centimètre carré. Cette pression est suffisante pour permettre d'assurer la révolution complète de chacune des deux tourelles en 52 secondes.

L. B.

INFORMATIONS

Machine à faire les clous et à clouer les boîtes, dite « Ductor ».

Cette machine, dont nous empruntons la description et le dessin à l'*Engineer*, fabrique elle-même les clous qu'elle emploie ensuite pour clouer les boîtes : les deux opérations se suivent immédiatement.

Les clous se découpent sur un fil de fer fourni par un dévidoir continu, et sont enfoncés dans la boîte par une séries d'opérations simultanées et successives. L'appareil comprend des galets d'alimentation qui introduisent le fil dans la machine, des molettes tranchantes qui le coupent à la longueur voulue, des outils spéciaux pour former les têtes et les pointes, et enfin des marteaux pour enfoncer dans les boîtes. Le nombre de ces derniers est variable, comme, d'ailleurs, celui des clous faits à chaque opération. La machine porte en avant un plateau sur lequel se place la boîte. La hauteur de ce plateau peut être réglée à l'aide d'une vis de manière à l'adapter aux diverses dimensions des boîtes, et la glissière est commandée par une pédale, ce qui permet de ne pas changer le calage du plateau si le bois à clouer a une épaisseur variable, ou quand on veut clouer le second côté de la boîte.

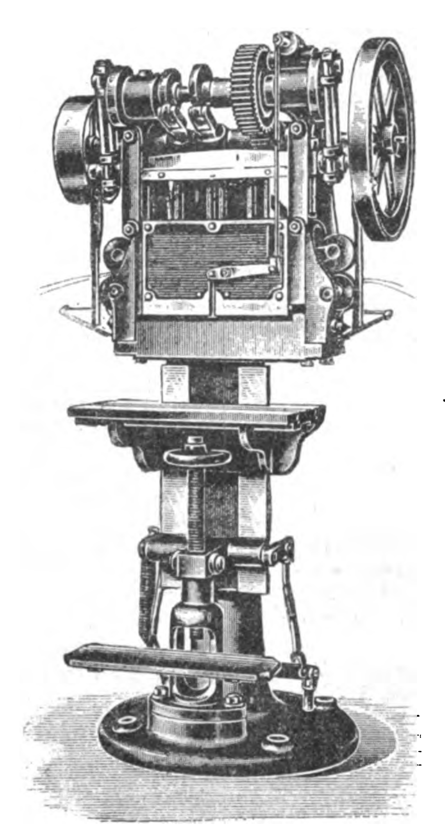


Fig. 1.

Toutes les opérations s'exécutent automatiquement; le fil est pris aux dévidoirs placés de chaque côté de la machine, celle-ci forme et coupe ses clous, puis les envoie sous les marteaux qui les enfoncent. Le mécanisme de commande ne comporte ni tubes en caoutchouc ou en métal pour guider les clous sous les marteaux, et il n'en peut arriver un plus grand nombre que ceux qui sont prévus. De plus, en cours de fabrication, les clous sont durcis, de sorte que les accidents sont beaucoup plus rares qu'avec des clous ordinaires.

L'emplacement occupé par cette machine est de $0^{m}90 \times 0^{m}75$, la hauteur de $1^{m}75$ et le poids de 400 kilogr. L'appareil représenté figure 1 peut faire et enfoncer quatre clous à la fois, ou bien on peut réduire l'alimentation si le nombre de clous à enfoncer est moindre.

La « Ductor » est également capable de fonctionner simplement comme producteur de clous, et le modèle ci-dessus en fournit de 30 à 40 000 à l'heure.

Procédé pour travailler et tourner le granit.

Voici quelques renseignements (1) sur un procédé pratique couramment employé pour la taille du granit, et qui donne de bons résultats.

On prépare au poinçon ou à la masse les granits, suivant leurs dimensions, à $0^{m}02$ ou $0^{m}03$ près de la dimension que l'on désire obtenir, c'est-à-dire qu'on les taille grossièrement; puis, au moyen d'acier très dur, on pratique légèrement un tournage par épaisseurs de 3 ou 4 millimètres à la fois. Le tournage s'opère très lentement, puis on termine au diamant noir. On a dû renoncer au tournage avec l'acier; le moyen le plus pratique et le moins coûteux est donc de pratiquer le plus longtemps possible le tournage à la main, puis, lorsqu'on est arrivé à 4 ou 5 millimètres du diamètre que l'on désire obtenir, d'achever l'opération au diamant noir.

Pour la trempe des outils employés dans ce travail, il faut que l'acier soit chauffé au rouge cerise. On doit le laisser bien revenir après l'avoir mis dans l'eau, laquelle est souvent additionnée de gros sel, puis, après, on doit le plonger entièrement dans l'eau.

(1) D'après le *Bulletin de la Société des anciens Élèves des Arts et Métiers.*

Graisseur Ottewell à alimentation apparente.

Ce graisseur, dont nous empruntons la description et le dessin à l'*Engineering*, comprend deux chambres superposées, l'une qui reçoit de la vapeur d'eau et l'autre qui sert de réservoir à huile.

L'appareil est mis en communication avec une conduite de vapeur par un raccord quelconque; la vapeur arrive dans la boîte latérale B et s'y condense. L'eau qui résulte de la condensation tombe par un tuyau coudé K dans le réservoir à huile R, dont le bouchon de remplissage F et celui de vidange D sont fermés. La tige à volant W permet de régler la quantité d'eau introduite.

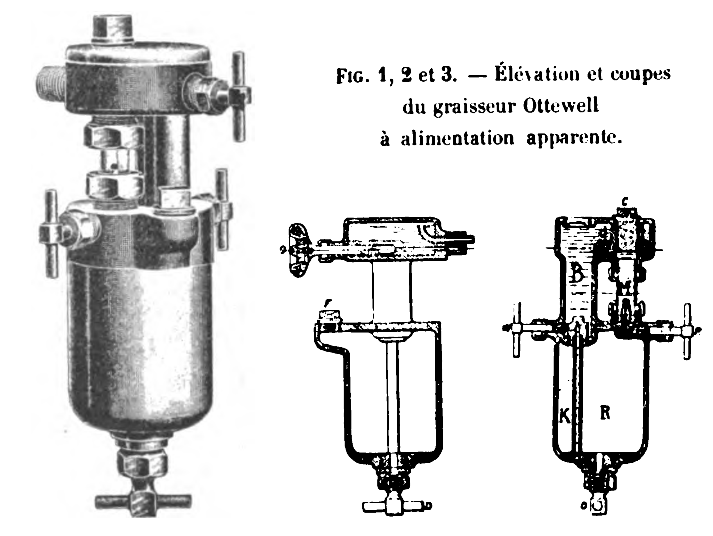


Fig. 1, 2 et 3. — Élévation et coupes du graisseur Ottewell à alimentation apparente.

Celle-ci descend dans le tube K qui n'arrive pas jusqu'au fond du réservoir, et en vertu de sa densité et de la pression encore subsistante au condenseur, déplace l'huile et la fait monter par l'orifice qui commande la tige P dans un tube en verre M, où l'on peut observer son mouvement; elle sort ensuite par la valve que commande la tige O et va rejoindre la partie de machine à graisser. Dans ces conditions, l'eau descend verticalement du condenseur dans le fond du réservoir à huile, sauf quand elle traverse l'orifice W, et l'huile remonte aussi verticalement, en débouchant goutte à goutte dans le tube M où on peut facilement examiner le fonctionnement.

Nouveau procédé pour la conservation des substances alimentaires.

On vient d'expérimenter, à Rio-de-Janeiro, un nouveau procédé imaginé par M. Pinto pour la conservation des produits alimentaires, et qui a donné, paraît-il, de très bons résultats.

Le procédé consiste à immerger les substances alimentaires dans une solution de chlorure de sodium à 30 °/₀, dans laquelle on fait passer un courant électrique continu. Il faut de dix à vingt heures pour obtenir une bonne salaison, et, au bout de ce temps, les substances sont retirées et séchées. Pour traiter 1 000 kilogr. de substances alimentaires, il faut, d'après l'*Electrical Review*, environ 3000 litres de liquide, et l'on doit employer un courant de 1 000 ampères sous une pression de 8 volts. Les électrodes doivent naturellement être en platine, tout autre métal zinc ou fer, pouvant donner naissance à la formation de sels toxiques.

Varia.

Nomination. — M. Quinette de Rochemont, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, est nommé directeur de la navigation, des routes et des mines au Ministère des Travaux publics, en remplacement de M. Guillain, élu député et nommé directeur honoraire.

***

Concours de la Société des Ingénieurs civils de France (Prix Giffard 1899). — Le Prix Giffard, réservé aux membres de la Société des Ingénieurs civils de France, sera décerné dans la deuxième séance de juin 1899. La valeur de ce prix est de 3 000 francs. Le sujet du concours est le suivant *Automobiles sur routes*. Les mémoires devront être déposés le 31 décembre 1898, dernier délai, au Secrétariat de la Société.

***

Exposition de Bruxelles en 1897. — Le *Journal Officiel* du 14 janvier publie la classification générale de l'Exposition internationale de Bruxelles en 1897 et donne en même temps la liste des desiderata et des questions de concours. Des récompenses, consistant en diplômes et médailles, seront décernées par le jury international aux produits exposés. Les meilleures réponses aux questions proposées recevront des primes en espèces qui leur seront allouées par le commissariat général belge, sur la proposition du jury international des récompenses.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 4 janvier 1897.

Astronomie. — *Observations de la nouvelle comète Perrine (8 décembre 1896) faites à l'observatoire d'Alger (équatorial coudé de 0m 318)*, par MM. Rambaud et F. Sy, présentées par M. Lœwy.

Mécanique. — *Sur la consommation d'eau des locomotives*. Note de M. E. Vicaire, présentée par M. Haton de la Goupillière.

Nous reproduisons plus haut (page 172) *in extenso* l'intéressante note de M. E. Vicaire.

Optique. — *Variation de la biréfringence accidentelle du quartz avec la direction de la compression*. Note de M. R. Dongier, présentée par M. Lippmann.

Chimie générale. — *Action exercée sur les solutions de sels haloïdes alcalins par les bases qu'elles renferment*. Note de M. A. Ditte, présentée par M. Troost.

Les bases alcalines exercent sur les sels haloïdes alcalins une action précipitante analogue à celles que produisent les acides correspondants.

Les expériences de M. Ditte ont porté sur les bromures, les chlorures, les iodures et les fluorures de potassium et de sodium, et les résultats obtenus avec ces différents sels sont très analogues: la solubilité dans l'eau du corps considéré diminue toujours quand on ajoute de petites quantités d'alcali à la liqueur et, lorsqu'il n'est pas susceptible de donner lieu à la formation d'un hydrate dans les conditions de l'expérience, la décroissance de la solubilité est continue et régulière, et la courbe ne présente rien de particulier; tel est le cas des chlorure, bromure, iodure de potassium et celui du sel marin. Lorsque, au contraire, le sel examiné peut donner un hydrate, comme le font les bromure et iodure de sodium, ainsi que le fluorure de potassium, la courbe se présente comme formée de deux branches correspondant, l'une au sel anhydre, l'autre au sel hydraté, reliées par une portion intermédiaire qui correspond, elle, à des variations très faibles de la solubilité, pour des accroissements notables de la quantité d'alcali; cette région peut représenter l'équilibre complexe de liqueurs renfermant à la fois du sel anhydre et du sel hydraté; rien, d'ailleurs, dans la portion de courbe qui répond aux solutions très riches en alcali, ne conduit à soupçonner l'existence d'un composé renfermant le sel considéré combiné avec un excès d'alcali.

Chimie minérale. — 1° *Action de l'ammoniaque sur le bichlorure de tellure. Azoture de tellure*. Note de M. René Metzner, présentée par M. Henri Moissan.

L'ammoniaque agit sur le bichlorure de tellure d'une manière différente, suivant la température à laquelle on opère :

1° *Réduction totale*. — Si l'on fait passer un courant de gaz ammoniac bien sec sur du bichlorure de tellure maintenu entre 200° et 250°, il se forme du chlorhydrate d'ammoniaque; la réaction est représentée par

$$3TeCl^4 + 16AzH^3 = 3Te + 12AzH^4Cl + 4Az.$$

2° *Combinaison*. — A 0°, l'ammoniaque se combine avec le chlorure de tellure pour donner un composé, $TeCl^4,3AzH^3$, qui, traité par l'eau, se décompose en donnant de l'acide tellureux; avec la potasse, il se dégage de l'ammoniaque.

3° *Azoture de tellure*. — Si l'on opère à plus basse température, on peut obtenir une combinaison du tellure et de l'azote, répondant à la formule TeAz. Cet azoture est friable, amorphe; il détone par le choc avec une extrême violence en produisant un brouillard noir de tellure en poudre impalpable. L'azoture de tellure n'est attaquable ni par l'eau, ni par l'acide acétique étendu. En présence de la potasse, il dégage tout son azote à l'état d'ammoniaque.

2° *Sur l'absorption de l'hydrogène sulfuré par le soufre liquide*. Note de M. H. Pélabon, présentée par M. Troost.

Il résulte des expériences de M. Pélabon que :

1° Le soufre liquide, maintenu à une température supérieure à 170°, en présence de gaz acide sulfhydrique, absorbe une quantité notable de ce gaz;

2° La quantité de gaz absorbée est d'autant plus grande que la température est plus élevée, la pression restant la même;

3° Dans tous les cas, le gaz se dégage au moment de la solidification du soufre : le dégagement gazeux est une conséquence de la solidification;

4° L'hydrogène pur n'est pas absorbé par le soufre liquide.

Chimie organique. — 1° *Sur la production de vanilline à l'aide de l'acide vanilloyl-carbonique*. Note de M. Ch. Gassmann;

2° *Sur la transformation de l'eugénol en isoeugénol*. Note de M. Ch. Gassmann.

Économie rurale. — *Sur les principaux blés consommés en France*. Note de M. Balland.

La production du blé en France, en 1894, a été de 93 671 456 quintaux; les importations, pour 1895, se sont élevées à 11 214 584 quintaux.

La moitié des blés importés nous arrive de Russie par la mer Noire; puis viennent, pour ne citer que les principaux pays : l'Algérie et la Tunisie (1 million 739 279 quintaux), la Roumanie (1 688 854 quintaux), les États-Unis (580 979 quintaux), la Turquie (580 373 quintaux), la République Argentine (455 181 quintaux), les Indes anglaises (256 344 quintaux) et l'Australie (116 839 quintaux).

Les plus gros grains de blé se rencontrent en France. Les blés d'Algérie offrent plus d'uniformité dans leur composition que les blés de France; ils sont moins hydratés et plus azotés, plus nourrissants.

Les blés russes de la mer Noire se distinguent par une forte proportion de matières azotées et par la petitesse de leurs grains.

Géologie. — 1° *Sur l'histoire géologique des Vosges*. Note de M. A. de Lapparent, présentée par M. Marcel Bertrand.

2° *Sur l'époque de formation des sables phosphatés à la surface de la craie brune*. Note de M. Stanislas Meunier.

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

Hygiène générale et Hygiène industrielle, par le docteur Léon Duchesne. *(Encyclopédie des travaux publics.)* — 1 vol. grand in-8° de 740 pages, avec nombreuses figures. — Baudry, éditeur, Paris, 1896. — Prix : 15 francs.

L'ouvrage du docteur Duchesne est le développement du cours d'Hygiène professé, à l'École Centrale des Arts et Manufactures, par le docteur Ménard.

Le chapitre premier est consacré à des *généralités* et à l'influence des *races*, de l'*âge*, du *sexe*, des *constitutions* et des *habitudes* sur les conditions de l'existence de l'homme. Le chapitre suivant traite de l'*atmosphère* et de son action sur l'organisme, de l'*asphyxie* et des *gaz toxiques*. Le chapitre III est consacré à des notions de *microbiologie*, à l'exposé des *travaux de Pasteur* et, en particulier, de la *vaccination antirabique*.

L'influence du *sol* et des *climats* fait l'objet des deux chapitres suivants. Les chapitres VI à IX contiennent les principes hygiéniques qui doivent présider à l'aménagement des *habitations*, au choix des *vêtements* et des *aliments*, à l'*exercice* et au *travail*.

Citons, parmi les nombreuses questions développées dans cette partie, la plus importante d'ailleurs, de l'ouvrage : l'organisation des vidanges, la classification des aliments au point de vue de leur puissance alimentaire et nutritive, l'usage des filtres, le lait, le vin, l'alcool, les falsifications, la gymnastique, les exercices passifs, etc.

Un chapitre spécial est consacré au *tabac*. Le docteur Duchesne étudie ensuite, dans le chapitre XI, l'*hygiène des professions*; il décrit les accidents, les sauvetages, les appareils pour travailler sous l'eau. Les chapitres suivants contiennent des développements sur les dangers de certaines professions spéciales : *industries mécaniques — professions sédentaires — températures élevées — brûlures — professions exposant à l'humidité — intoxication par le plomb — hydrargirisme — phosphorisme — empoisonnement par l'arsenic — empoisonnement par le sulfure de carbone*. A propos du phosphorisme, l'auteur donne des détails très intéressants et peu connus sur la fabrication des allumettes chimiques.

Dans le chapitre XXII, on étudie les dangers inhérents au contact des *animaux domestiques* et au traitement des *matières animales*; puis, dans le chapitre XXIII, les professions qui se rapportent aux *matières végétales*.

L'auteur aborde ensuite les questions d'hygiène générale, en rapport avec les travaux publics et ceux d'édilité : *voiries — rues — égouts — distributions d'eau et de gaz — voitures, tramways, chemins de fer — cimetières; crémation — écoles; casernes — hôpitaux* et *hospices — marchés*. Puis vient l'étude des *épidémies* et *épizooties*, et celle de l'*hygiène publique internationale* : choléra, peste, fonctionnement des appareils de désinfection.

L'auteur étudie enfin la *qualité des aliments mis en vente*, et les *établissements d'eaux minérales*, et l'ouvrage se termine par la reproduction des *Textes officiels* relatifs à l'Hygiène et à l'Assainissement.

Les Explosifs et les Explosions au point de vue médico-légal, par P. Brouardel, doyen de la Faculté de médecine de Paris. — 1 vol. in-8° de 272 pages avec 39 figures. — J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris, 1897. — Prix : 6 francs.

Les accidents produits par les explosions deviennent de plus en plus fréquents. La cause en est surtout à l'industrie qui, en employant comme source de force motrice la compression des gaz et des vapeurs, comme source de lumière les combinaisons chimiques des gaz, des liquides, des essences, comme moyen de briser les minéraux la puissance expansive résultant de la décomposition brusque de corps capables de fournir en un instant une quantité considérable de gaz, la substitution d'agents mécaniques ou chimiques à la force humaine, a créé des dangers nouveaux.

Mais ce n'est pas la seule cause :

Depuis ces dernières années, les substances explosives ont été utilisées dans un but criminel : il suffit de rappeler l'affaire du restaurant Véry, l'affaire Vaillant à la Chambre des députés, l'affaire Émile Henry à l'Hôtel Terminus, l'explosion du restaurant Foyot, l'affaire Pauwels à l'église de la Madeleine, etc. Toutes ces affaires sont racontées avec de nombreux détails; elles sont, de plus, illustrées de nombreuses figures qui représentent les engins employés, les lésions produites chez les malheureuses victimes de ces attentats, et les bouleversements apportés dans les locaux où la bombe a éclaté.

Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année 1897. — Un vol. in-18 de v-918 pages. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1897. — Prix : 1 fr. 50.

Comme tous les ans, l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* vient de paraître. L'Annuaire pour 1897 renferme un grand nombre de renseignements pratiques réunis dans ce petit volume pour la commodité des travailleurs. On y trouve également des articles dus aux savants les plus éminents sur les Monnaies, la Statistique, la Géographie, la Minéralogie, etc.; enfin les Notices suivantes : *Notice sur le mouvement propre du système solaire*, par M. F. Tisserand. — *Les rayons cathodiques et les rayons Rœntgen*, par M. H. Poincaré. — *Les époques dans l'Histoire astronomique des planètes*, par M. J. Janssen. — *Notice sur la quatrième réunion du Comité international pour l'exécution de la Carte photographique du Ciel*, par M. F. Tisserand. — *Notice sur les travaux de la Commission internationale des étoiles fondamentales*, par M. F. Tisserand. — *Discours prononcé aux funérailles de M. Hippolyte Fizeau*, par M. A. Cornu. — *Discours prononcés aux funérailles de M. Tisserand*, par MM. H. Poincaré, J. Janssen et M. Lœwy. — *Travaux au mont Blanc en 1896*, par M. J. Janssen.

Le Génie Civil publie une analyse de tous les ouvrages techniques dont on lui fait parvenir deux exemplaires.

Le Gérant : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 12. **N° 763.** Samedi 23 Janvier 1897.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : L'achèvement de la rue Réaumur, à Paris, p. 177; C. JIMELS. — **Électricité** : Transmission de la puissance motrice à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer *(suite)*, p. 181; G. DUMONT et G. BAIGNÈRES. — **Métallurgie** : Transports électriques par voie aérienne des hauts fourneaux de Duisburg-Hochfeld (Westphalie) *(planche XII)*, p. 185. — **Mécanique** : Appareil de chargement pour navires, système T. Long, p. 186; — Perceuse multiple, p. 187. — **Jurisprudence** : Des conventions de congédiement sans indemnité et sans délai de prévenance, p. 188; Louis RACHOU. — **Études économiques** : Les travaux de l'Office du Travail en 1895, p. 189; E. DE RONCHAMP. — **Informations** : *Exposition de 1900* : Comités départementaux, service médical, travaux, p. 190; — Four continu pour la fabrication du ciment, p. 190; — Les essais du croiseur anglais le *Terrible*, p. 191; — Production de l'aluminium aux États-Unis, p. 191; — De la répartition de l'or pur dans les lingots bruts, p. 191; — Nouveau procédé pour l'extraction des métaux précieux de leurs minerais, p. 191; — Concours de la Société de l'Industrie minérale de Saint-Étienne, en 1897, p. 191; — Varia, p. 191.
SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des Sciences, séance du 11 janvier 1897, p. 192.
BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 192.

Planche XII : Tramway électrique à voie aérienne, et grues électriques des hauts fourneaux de Duisburg-Hochfeld (Westphalie).

TRAVAUX PUBLICS

L'ACHÈVEMENT DE LA RUE RÉAUMUR
à Paris.

L'achèvement de la rue Réaumur était une opération décidée, en principe, depuis longtemps [1]; mais, malgré l'immense intérêt que présentait le percement de cette grande artère, on avait hésité, jusqu'ici, à l'aborder résolûment, en raison du chiffre excessivement élevé de la dépense. Il fallait, en effet, procéder, au préalable, à de nombreuses expropriations, toujours fort coûteuses à Paris, tant en raison de la valeur intrinsèque des immeubles à exproprier que du nombre considérable de locataires à indemniser.

Deux faits sont venus hâter la réalisation de ce grand projet : d'abord l'encombrement toujours croissant des grands boulevards, encombrement qui est devenu extraordinairement intense sur certains points, par exemple aux croisements de la rue Montmartre et du boulevard de Sébastopol; puis le mouvement d'opinion qui s'est produit, au sein du Conseil municipal de Paris, en vue de l'exécution d'un chemin de fer métropolitain.



FIG. 1. — L'ACHÈVEMENT DE LA RUE RÉAUMUR, A PARIS : Vue du chantier des travaux, entre la rue de Cléry et la Bourse.

Il y a deux ou trois ans, on ne pensait pas pouvoir exécuter un Métropolitain autrement qu'en tranchée ouverte, en employant des procédés analogues à ceux que l'on a appliqués, boulevard Saint-Michel, pour le prolongement de la ligne de Sceaux. Comme ce mode d'opérer est coûteux, et qu'il entraine de grandes gênes pour les riverains, on a fait valoir que l'on pourrait exécuter, dans des con-

(1) Le décret d'utilité publique est du 24 août 1864.

ditions exceptionnellement satisfaisantes, une partie importante du Métropolitain, en profitant des travaux de percement de la rue Réaumur pour y construire, en même temps, le tunnel nécessaire pour le passage souterrain du chemin de fer.

Ces deux arguments, éloquemment développés par les représentants des quartiers intéressés, ont triomphé des résistances et des hésitations du Conseil municipal, dont la tendance était plutôt de favoriser l'exécution de petites opérations locales, réclamées depuis longtemps également, dans chacun des quatre-vingts quartiers.

L'achèvement de la rue Réaumur fut décidé le 18 janvier 1892. On dans le prolongement de la rue du Quatre-Septembre. Il s'ensuit que l'on pourra aller en ligne droite de la place de l'Opéra au square et à la rue du Temple.

Au point de vue des grands boulevards, l'avantage est le suivant : Considérons, d'une part, la ligne de ces boulevards, de la place de l'Opéra à la place de la République et, d'autre part, le chemin formé par la rue du Quatre-Septembre, la rue Réaumur et la rue de Turbigo. L'ensemble représente sensiblement un parallélogramme. En sorte qu'il sera aussi direct, pour aller de la place de l'Opéra à la place de la République, de passer par la rue Réaumur que par le

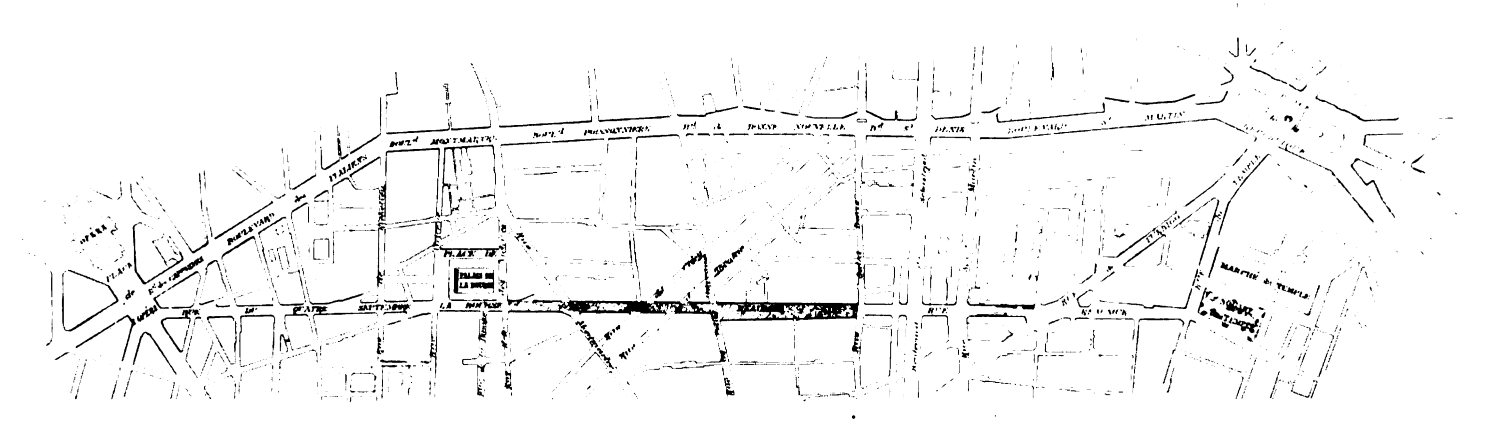


Fig. 2. — L'achèvement de la rue Réaumur, a Paris : Plan de situation.

y affectait, sur les fonds de l'emprunt de 1892, une somme de 50 millions et on la classait en première urgence.

Aujourd'hui que l'on est absolument sûr que l'on pourra, en appliquant les procédés en cours pour la construction du collecteur de Clichy [1], établir un tunnel sous les voies les plus fréquentées sans que les passants ou les riverains s'en aperçoivent, l'argument relatif à la construction du Métropolitain a beaucoup moins de valeur; on peut même se demander si, avec les nouvelles ressources dont disposent les Ingénieurs, il ne vaudrait pas mieux installer le Métropolitain sous les grands boulevards, ce qui paraît être sa place normale, et où aucun égout ne gênerait son passage. En tout cas, comme la rue est achevée [2] et que, d'autre part, le Métropolitain n'est encore qu'à l'état de projet, on perdra sûrement le bénéfice que l'on avait escompté, du fait de l'établissement simultané du tunnel et de la rue.

On a dû se borner, pour faciliter la construction ultérieure du chemin de fer, à installer tous les égouts en dehors du gabarit extérieur du souterrain, de telle façon que l'on n'ait pas, plus tard, à les déplacer ou à les modifier. On pourra le constater aisément sur les profils en travers représentés figures 3 et 5, et sur lesquels est tracée, en pointillé, la section du Métropolitain à voie étroite récemment voté par le Conseil municipal. La surface réservée permettrait également l'installation d'un Métropolitain à voie normale.

Le plan (fig. 2), sur lequel les parties nouvellement ouvertes ont été marquées par des hachures, montre le tracé général de la rue Réaumur. Comme on le voit, cette rue se trouve très sensiblement

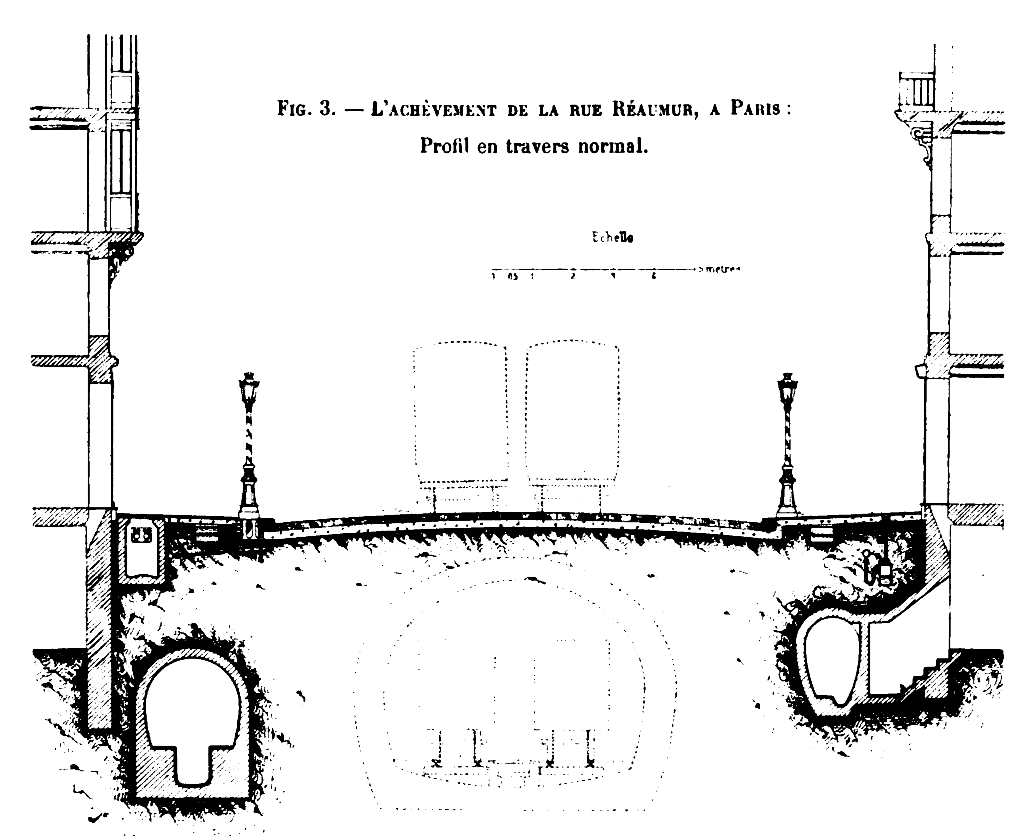


Fig. 3. — L'achèvement de la rue Réaumur, a Paris : Profil en travers normal.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVIII, n° 26, p. 401.

(2) La rue est achevée, mais elle ne sera inaugurée officiellement que le 7 février. Le Président de la République présidera à cette cérémonie.

chemin actuel des grands boulevards. Mais, comme le tracé sera meilleur, certaines parties des grands boulevards présentant des côtes assez raides, tous les cochers pressés n'hésiteront pas à passer par la rue Réaumur. Il en sera de même des piétons qui voudront éviter l'encombrement souvent excessif des trottoirs sur les boulevards. Aussi est-il vraisemblable que la voie nouvelle recevra, dès son ouverture, une circulation exceptionnellement active.

Indépendamment des services que rendra la rue Réaumur, au point de vue de la circulation générale, on doit faire valoir qu'elle constituera un dégagement précieux pour les quartiers si populeux et si commerçants de Bonne-Nouvelle et du Mail.

Enfin, si l'on accordait à l'une des nombreuses sociétés qui en ont fait la demande, l'autorisation d'y installer une ligne de tramways, celle-ci allant, d'une part, à la place de la République par la rue du Temple et, d'autre part, à la place de l'Opéra, ou mieux, à la gare Saint-Lazare par la rue Auber, cette ligne donnerait lieu à un mouvement de voyageurs extraordinairement important [1]. A ce point de vue, aucune résolution n'a encore été prise, l'Administration paraissant vouloir s'occuper tout d'abord du Métropolitain. Mais, en tout état de cause, si l'on établit un tramway rue Réaumur, ce sera d'après les systèmes les plus perfectionnés. On n'hésitera pas, croyons-nous, à réclamer la traction électrique par conducteurs souterrains, en exigeant que l'on puisse

(1) On pourra en juger par les chiffres suivants : la gare Saint-Lazare donne lieu a un mouvement annuel de voyageurs d'environ 40 millions, dont 35 millions pour la ligne d'Auteuil et la banlieue; la ligne d'omnibus Madeleine-Bastille est fréquentée annuellement par 14 à 15 millions de voyageurs; enfin, les omnibus spéciaux de la gare Saint-Lazare à la place de la République transportent, chaque année, au moins 3 500 000 voyageurs.

visiter et réparer ces conducteurs sans le secours de regards, installés, comme dans les types actuels, sur la chaussée.

Profils en travers. — Le profil en travers normal de la rue Réaumur comporte (fig. 3) une chaussée de 12 mètres et deux trottoirs de 4 mètres, représentant, en tout, une largeur de 20 mètres. Mais, dans la partie comprise entre la rue Saint-Denis et la rue des Petits-Carreaux, sur une longueur de 293 mètres, on a dû, par suite de l'incorporation à la rue de l'ancienne chaussée de la rue Thévenot, modifier le profil normal de manière à ménager les accès des immeubles conservés sur le côté impair. On y est arrivé par l'établissement d'une petite chaussée latérale. En sorte que, dans cette partie, le profil en travers comporte : un trottoir de 4 mètres, une chaussée de 12 mètres, un terre-plein d'une largeur variable atteignant, près de la rue des Petits-Carreaux, 11 mètres, une chaussée de 5 mètres, et enfin un trottoir de 1m50, le long des maisons de l'ancienne rue Thévenot.

Fig. 4. — L'achèvement de la rue Réaumur : Débouché de la nouvelle rue sur la place de la Bourse.

En raison de sa largeur, le terre-plein a pu recevoir une ligne de plantations ; mais, comme la rue Réaumur n'est pas plantée dans ses autres parties, on a placé les arbres à 5 mètres de l'alignement des bordures, afin de ne pas nuire à la perspective. On a profité, en outre, de la surface disponible pour installer une station de voitures, des urinoirs, des bancs, des kiosques à journaux et deux chambres souterraines pour le service du nettoiement.

On voit une de ces chambres, en coupe, sur le profil en travers (fig. 5). Elle comprend, parallèlement à la chaussée, deux parties ; dans l'une, couverte avec un plancher métallique et des dalles en terre cuite, on range les outils des cantonniers et le matériel de rechange : balais, raclettes en caoutchouc, pioches, pelles, etc. ; l'autre est complètement en maçonnerie et sert comme magasin à sel. On sait les immenses services que rend le sel pour le dégagement rapide des rues après une chute de neige. Ce sel, répandu à la volée ou à l'aide d'une machine rotative traînée par un tombereau, forme immédiatement (1) avec la neige un sorbet boueux que l'on pousse ensuite à l'égout. La nécessité de saler vite et abondamment a conduit le service du nettoiement à multiplier les dépôts de sel. Avec les deux dépôts de la rue Réaumur, on pourra saler et dégager rapidement, non seulement la rue Réaumur elle-même, mais encore les amorces des nombreuses rues latérales. La quantité de sel en réserve dans chaque chambre est de 40 000 kilogrammes.

Assainissement. — Dans les voies de largeur égale ou supérieure à 20 mètres, il est de règle d'établir deux égouts, à raison d'un égout par trottoir. Le type le plus employé est le type 12 *bis* (fig. 6), qui est ovoïde et comporte une hauteur sous clef de 2m05. Il est muni d'une banquette de 0m40 de largeur, sur laquelle circulent les égoutiers, et d'une cunette de 0m25 de profondeur.

Ce type a été appliqué sur le côté impair de la rue.

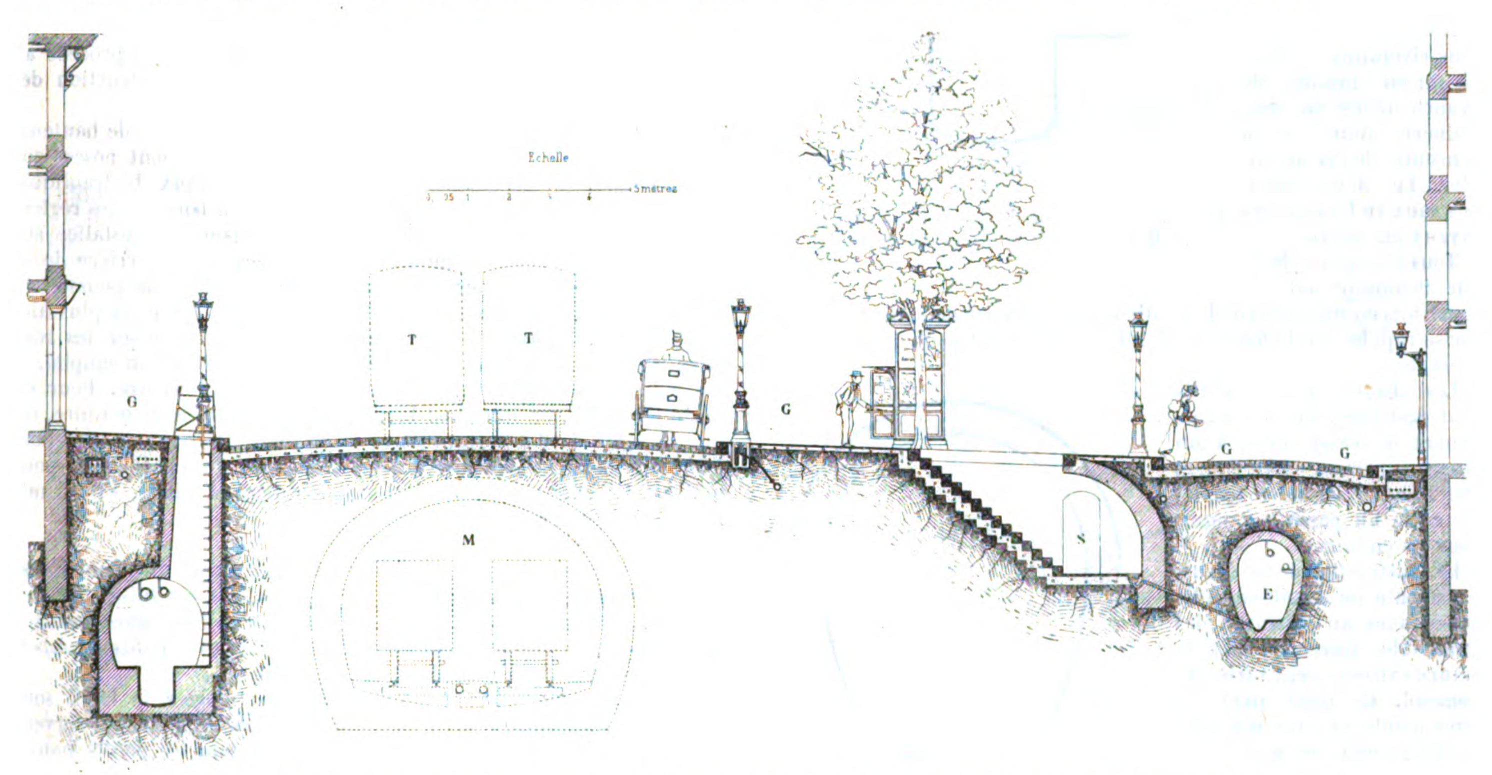


Fig. 5. — L'achèvement de la rue Réaumur : Profil en travers avec chambres souterraines pour le service du nettoiement.

Pour le côté pair des conditions spéciales se sont imposées. Il existe actuellement, sous la rue Montmartre, un grand collecteur se dirigeant vers les Halles. La rue Réaumur coupant la rue Montmartre, ce collecteur se trouvera interrompu quand on construira le métropo-

(1) Il faut cependant que la température ne soit pas trop basse, car sans cela le mélange réfrigérant ne fondrait pas. Mais, presque toujours, la neige correspond à un relèvement de la température, car elle se produit ordinairement à la suite d'une saute brusque du vent, celui-ci passant du Nord ou de l'Est au Sud ou au Sud-Ouest.

litain. Il était donc nécessaire de prévoir, de suite, l'évacuation des eaux le long de la rue Réaumur de manière à gagner le collecteur le plus voisin, c'est-à-dire celui du boulevard de Sébastopol. Il en résulte que, sur le côté pair de la rue, dans toute la partie comprise entre la rue Montmartre et le boulevard de Sébastopol, on a dû, à la place d'un égout type 12 *bis*, construire un collecteur de jonction.

Ce collecteur (fig. 7) comprend une cunette de 0m80 de largeur et de 0m 70 de profondeur; deux banquettes de 0m50 de largeur et une hauteur sous clef, mesurée au-dessus de la banquette, de 2m 43.

Des égouts de cette dimension ne peuvent pas être nettoyés convenablement à la main. On se servira de wagons-vannes que l'on fera circuler sur des rails formés par des fers cornières fixés sur l'arête de la cunette.

Fig. 6. — Type d'égout adopté sur le côté impair de la rue Réaumur.

Entre la rue Montmartre et la Bourse, un collecteur n'était plus nécessaire. Mais, en raison du diamètre des conduites d'eau à installer dans cet ouvrage, on a substitué au type 12 *bis* le type 10 *bis* (fig. 8), dont la largeur est supérieure de 35 centimètres.

On sait que, pour faciliter le nettoyage des égouts, à Paris, on installe, à leur origine, des réservoirs de chasse dont le but est de précipiter subitement et périodiquement dans la cunette un grand volume d'eau. C'est là, naturellement, ce qui a été fait pour la rue Réaumur, et avec d'autant plus de raison que le *tout à l'égout* va être obligatoire pour les maisons riveraines. Celles-ci seront munies de branchements en maçonnerie murés à la rencontre de l'égout public. Le déversement des eaux se fera par des tuyaux en poterie.

Fig. 7. — Collecteur de jonction adopté entre la rue Montmartre et le boulevard de Sébastopol.

Tous les égouts de la rue Réaumur ont été construits en maçonnerie de meulière avec mortier de ciment de Vassy (prise rapide) au dosage de 350 kilogr. de ciment pour 1 mètre cube de sable.

Les chapes et les enduits sont également en mortier de ciment de Vassy, mais à un dosage supérieur (450, 650 et 900 kilogr.), et avec emploi de sable fin passé au tamis pour les enduits.

La construction de ces égouts a présenté de notables difficultés dues au voisinage des immeubles conservés et à la nature extrêmement variée du sous-sol. Ce n'est qu'en de rares points ou dans des parties très profondes que l'on a pu circuler dans des terrains non déjà fouillés. A chaque pas, pour ainsi dire, on s'est heurté à des constructions anciennes : vieux murs, puits abandonnés, anciennes fosses d'aisance, cimetières datant de plusieurs siècles, etc. Cette dissection de l'infrastructure du vieux Paris a souvent présenté un réel intérêt. On a pu, en particulier, constater combien, au point de vue hygiénique, les aménagements des maisons anciennes laissaient

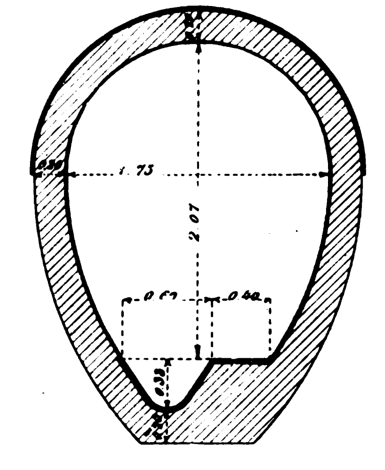
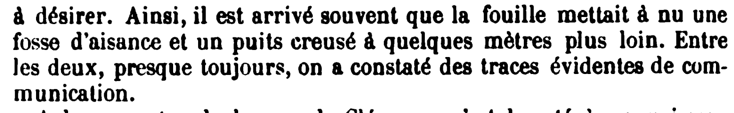


Fig. 8. — Type d'égout adopté entre la rue Montmartre et la Bourse.



à désirer. Ainsi, il est arrivé souvent que la fouille mettait à nu une fosse d'aisance et un puits creusé à quelques mètres plus loin. Entre les deux, presque toujours, on a constaté des traces évidentes de communication.

A la rencontre de la rue de Cléry, on s'est heurté à un ruisseau souterrain, peut-être celui qui passait jadis dans la rue du Ponceau. Des pilotis en marquaient encore les limites. On a dû faire passer les eaux sous l'égout, de manière à ne pas changer leur cours naturel qui les porte vers la Seine.

Les travaux ont été menés avec une grande rapidité et une réelle habileté par les entrepreneurs; sur certains points, principalement rue Montmartre, on a dû travailler jour et nuit. L'Ingénieur des travaux, M. Henri Maréchal, avait d'ailleurs fait éclairer tout le chantier à la lumière électrique, à l'aide d'une installation provisoire exécutée par son personnel d'électriciens de l'usine municipale des Halles.

Chaussée. — La rue Réaumur, comme toutes les grandes voies analogues, sera pavée en bois sur fondation en béton. Mais il eût été imprudent, en raison de la nature du sous-sol (en général ce sont des caves plus ou moins bien remblayées), d'exécuter de suite la chaussée définitive. Il faut s'attendre, en effet, à des tassements importants. Aussi n'a-t-on exécuté qu'une viabilité provisoire, avec des pavés de pierre provenant de chaussées converties ou remaniées (pavés de choix). Mais encore fallait-il se préoccuper, en raison de l'intensité éventuelle de la circulation, de réaliser une surface de roulement convenable. Dans ce but, on a commencé par cylindrer l'assiette de la chaussée avec un cylindre à vapeur pesant 18 tonnes; puis on a répandu une couche de cailloux de 0m 20 d'épaisseur que l'on a également cylindrée, de manière à former une chaussée d'empierrement; et c'est seulement par-dessus que l'on a exécuté le pavage provisoire.

Lorsque l'on procédera à la confection de la chaussée définitive, on ne démolira pas l'empierrement. Son niveau a été fixé de telle façon qu'il se trouve juste au niveau inférieur de la fondation en béton. Cette fondation aura 0m 15 d'épaisseur; le béton sera au dosage de 200 kilogr. de ciment [1] pour 1 mètre cube de cailloux et un demi-mètre cube de sable. Un béton ainsi constitué est un peu maigre et se règle assez mal. Aussi régularise-t-on sa surface par un enduit au ciment de Portland (au dosage de 450 kilogr. de ciment pour 1 mètre cube de sable fin) de 1 centimètre d'épaisseur.

Les pavés de bois seront en pitch-pin pour les parties courantes, et en bois durs exotiques dans les carrefours. Leur hauteur sera réduite à 0m 12. L'expérience a, en effet, démontré que les pavés de 0m 15, que l'on employait autrefois d'une manière générale dans les chaussées, devenaient flacheux avant d'être usés.

Trottoirs. — Les trottoirs sont bitumés : mais on ne procède au bitumage que peu à peu, au fur et à mesure de la construction des immeubles en bordure.

Les bordures, en granit, ont 0m 30 de largeur, et 0m 30 de hauteur, dont 0m 15 au-dessus du caniveau. Elle sont actuellement posées sur une fondation en maçonnerie, avec mortier de chaux hydraulique. Lorsque l'on procédera à l'exécution du pavage en bois, on les règlera de nouveau et on profitera de leur relèvement pour les installer sur une fondation en béton. Cette fondation se relèvera en arrière de la bordure, afin d'augmenter la résistance de celle-ci à la poussée du pavage en bois. On sait, en effet, que, sous l'action des eaux pluviales ou d'arrosage, le pavé de bois se gonfle et tend à repousser les bordures. On a beau arroser le pavé, à grande eau, avant son emploi, il faut toujours compter sur une certaine dilatation ultérieure. Pour en diminuer l'effet, on interpose bien, entre le pavage et la bordure, un joint de sable de 6 à 8 centimètres d'épaisseur. Mais ce joint se comprime lui-même et transmet la poussée aux bordures. Il faut, pour qu'il ait de l'efficacité, l'ameublir fréquemment et tailler, s'il est nécessaire, la dernière rangée de pavés.

Distribution d'eau. — Dans chaque égout, il existe une double distribution d'eau de source et d'eau de rivière. Les conduites ont des diamètres variant de 0m 10 à 0m 30. Elles sont en fonte avec joints à bagues, pour les diamètres supérieurs à 0m 10 et avec joints à emboîtement et cordon, pour les conduites de 0m 10.

Tous les 30 mètres environ, des bouches d'arrosage à la lance sont placées sur les trottoirs. Indépendamment de ces bouches, qui servent spécialement pour la chaussée, on a installé, à tous les points hauts, des bouches de lavage qui permettent de laver abondamment les caniveaux.

Éclairage. — L'éclairage de la rue est assuré par des becs papillons, brûlant 140 litres de gaz à l'heure et renfermés dans des lanternes rondes en bronze. Les candélabres, en fonte cuivrée, ont 3 mètres de hauteur (jusqu'au bec). Ils sont placés en quinconce, avec un espacement moyen de 18 mètres.

(1) On emploie soit du ciment de Portland, soit du ciment de laitier, qui est un peu plus économique.



A tous les carrefours, l'éclairage est renforcé par des becs à récupération, brûlant 550 litres de gaz à l'heure [1].

Les conduites de gaz qui alimentent non seulement les lanternes de la voie publique, mais encore les maisons riveraines, sont en tôle et bitume. Elles ont ordinairement un diamètre de 108 millimètres et passent à 1m40 de l'alignement des façades.

La rue Réaumur étant comprise dans trois des secteurs d'électricité, possède trois types de canalisations électriques, qui sont :

1° Une canalisation à deux fils et à 110 volts constituée par des câbles nus montés, sur isolateurs en porcelaine, dans des caniveaux en béton de ciment (Société anonyme d'éclairage et de force);

2° Une canalisation à trois fils, avec une tension de 110 volts sur chaque pont, constituée par des câbles nus montés, sur isolateurs en porcelaine, dans des caniveaux en béton (Société Edison);

3° Une canalisation à 5 fils, en câbles armés et isolés, posés directement dans le sol (Compagnie Parisienne de l'air comprimé).

Dépenses. — Parmi les prix élémentaires appliqués, nous distinguons particulièrement les suivants :

		Fr. c.
Déblais avec transport aux décharges. .	le mètre cube.	5 »
Collecteur.	le mètre courant.	209,98
Égout type 12 *bis*.	—	100,45
Égout type 10 *bis*.	—	118,76
Pavage en pierre avec pavés fournis par la Ville.	le mètre carré.	4,34
Pavés neufs en quartzite de l'Ouest . . .	le mille.	515 »
Cailloux pour chaussée d'empierrement .	le mètre cube.	8,25
Cylindrage — — .	la tonne-kilomét.	0,25
Pavage en bois, tout compris.	le mètre carré.	20,49
Bordures en granit avec fondation. . . .	le mètre courant.	17,80
Bitumage de trottoir avec fondation . .	le mètre carré.	6,60

Ces prix ont été réduits des rabais afférents aux diverses entreprises.

Les dépenses de viabilité proprement dites sont évaluées comme il suit :

Voie publique. . . . . Fr.	893 000
Assainissement	363 000
Distribution d'eau	112 800
Éclairage.	44 700
Total . . . . Fr.	1 413 500

Cette évaluation ne sera pas dépassée.

Nous avons dit que l'ensemble des travaux, expropriations comprises, était évaluée à 50 millions. Comme les expropriations n'ont atteint que 44 millions, on voit que la dépense définitive sera notablement au-dessous de la dépense prévue. En déduction, viendront encore les reventes de terrain, dont le chiffre ne peut être encore exactement déterminé, mais qui atteindra certainement une somme élevée, le mètre carré se vendant, en certains points, jusqu'à 2 000 francs. Dans l'avant-projet, le produit de ces reventes figure pour une somme de 12 millions.

Nous avons indiqué que les travaux de viabilité pouvaient être considérés, maintenant, comme terminés. Nous ajouterons que tous ces importants travaux, si habilement et si rapidement menés, ont été exécutés par notre collaborateur, M. Henri Maréchal, Ingénieur des Ponts et Chaussées et de la première section des Travaux de Paris, sous la haute direction de M. Huet, directeur administratif, de MM. Humblot, Boreux et Bechmann, Ingénieurs en chef, et avec le concours de MM. Simonet, Bigorgne et Bonne, conducteurs.

C. Jimels.

ÉLECTRICITÉ

TRANSMISSION DE LA PUISSANCE MOTRICE à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer.

(Suite [2].)

DEUXIÈME PARTIE. — **Comparaison de l'eau sous pression et de l'électricité appliquées à la manœuvre d'un outillage de gare.** — Exposé de la question. — A la gare de l'Ouest-Saint-Lazare le service de la messagerie est installé dans une partie du terrain limité par les voies de la gare, la rue de Berne et la rue de Saint-Pétersbourg (fig. 1).

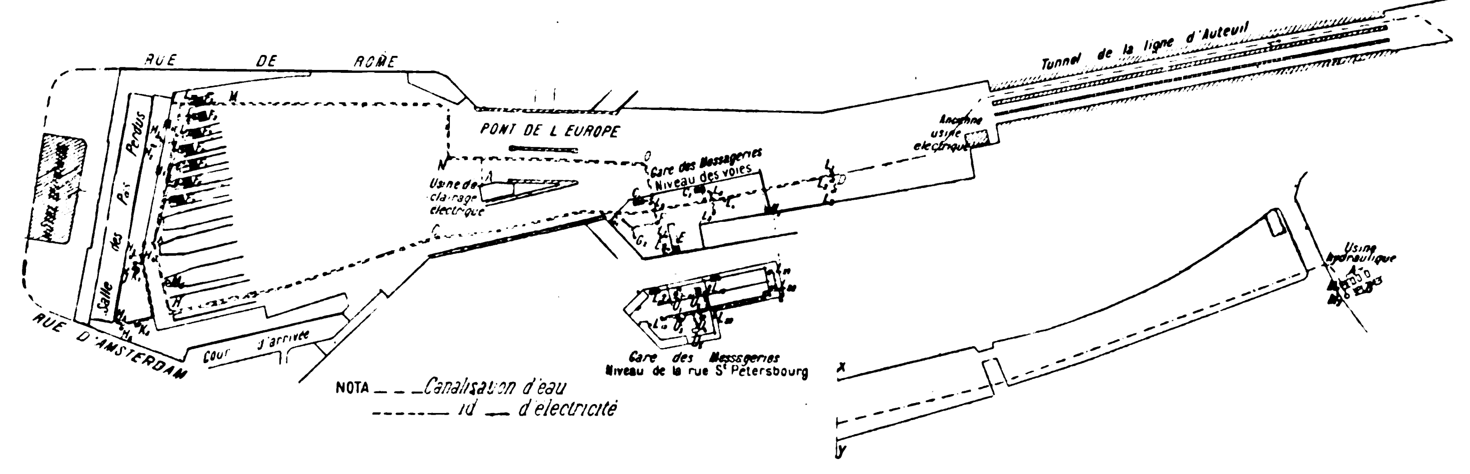


Fig. 1. — Plan de situation des installations du service de la messagerie à la gare Saint-Lazare.

Il existe, tant au service de la messagerie que dans la gare des voyageurs, sept types d'engins, savoir :

1° 2 monte-wagons de 15 000 kilogrammes;
2° 9 monte-charges de 1 000 kilogr. dont 1 sert d'ascenseur;
3° 22 cabestans de 400 kilogrammes;
4° 7 chariots transbordeurs à plaques pour locomotives, dont 1 avec moteur hydraulique pour la commande de la plaque;
5° 1 chariot transbordeur pour voitures et wagons;
6° 2 plans inclinés à chaînes d'entraînement pour tricycles à bagages;
7° 5 grues fixes à pivot de 1 500 à 5 000 kilogrammes.

Usine hydraulique. — Tous ces appareils sont mus par des moteurs hydrauliques.

L'usine hydraulique qui fournit l'eau à 52 kilogr. et demi environ de pression par centimètre carré est installée dans la gare des Batignolles près du pont Cardinet et comprend :

3 machines de compression de 50 chevaux en eau refoulée;
4 générateurs à vapeur en deux couples distincts;
2 accumulateurs de 750 litres de capacité utile;
2 réservoirs de retour d'eau de 17m³5 de capacité utile.

L'eau sous pression est envoyée de l'usine des Batignolles à la gare des messageries et à la gare des voyageurs par des conduites principales ayant ensemble 2 207 mètres de longueur.

Dans ces deux gares sont installés quatre accumulateurs de 750 litres de capacité utile, savoir : un à la gare des messageries et trois à la gare des voyageurs.

Enfin le système comprend des conduites principales de retour d'eau mesurant ensemble 2 226 mètres de longueur.

L'ensemble des dépenses de premier établissement s'est élevé à 1 897 584 francs qui se décomposent comme suit :

Bâtiments, fondations et égouts. . . . . Fr.	667 148 »
Machines de compression, générateurs et accessoires	156 400 »
Appareils hydrauliques, fondations et accessoires. .	791 936 »
Conduites, accessoires et accumulateurs	282 100 »
Total égal. . . . . Fr.	1 897 584 »
Les dépenses d'entretien annuel peuvent être évaluées à environ . . . . Fr.	18 400 »
Les dépenses de personnel de l'usine à.	7 780 »
Les frais de graissage et chiffons à.	3 800 »
Total . . . . Fr.	29 980 »

(1) On trouvera les dessins de ces becs, ainsi que les types de canalisations électriques, dans l'*Éclairage à Paris*, par Henri Maréchal, Ingénieur des Ponts et Chaussées et du Service municipal de Paris (Baudry et Cie, éditeurs).

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 9, p. 133; n° 10, p. 149; n° 11, p. 162.

Si maintenant on ajoute :

1° Les intérêts des dépenses de premier établissement . . . . Fr.	124 486	»
2° La dépense en eau et combustible	25 367	»

On arrive à un total annuel de 179 833 francs pour une quantité annuelle d'eau refoulée d'environ 185 000 mètres cubes.

Et, par suite, le prix de revient d'un mètre cube d'eau refoulée ressort à 0 fr. 972, ainsi décompté :

Part afférente à l'amortissement. . . . . Fr.	0,673
Part afférente aux autres dépenses	0,299
TOTAL ÉGAL . . . . Fr.	0,972

L'installation de la machinerie, des voies, conduites et appareils hydrauliques de la gare des messageries a été livrée au service de l'exploitation dans le courant du mois de juin 1887; les appareils de la gare des voyageurs ont été installés pendant le cours des deux années suivantes (1).

Usine électrique. — Vers la même époque, la Compagnie de l'Ouest a traité avec un entrepreneur pour l'éclairage électrique de la gare Saint-Lazare. Une usine a été construite, en 1889, pour alimenter 208 lampes à arc de différents types et 6 lampes à incandescence de 16 bougies à l'aide d'un réseau de distribution à deux fils avec un potentiel utile de 70 volts et en admettant une perte de charge de 20 volts (2).

Cette usine qui comprenait trois unités de chacune 81 000 watts (dont deux servaient pour le service courant et la troisième de réserve), occupait un rez-de-chaussée de $201^{m2}50$ placé à l'entrée du tunnel des Batignolles et envoyait le courant, par des conducteurs principaux, à un tableau central de distribution distant de 760 mètres.

Ce tableau central est installé au milieu des bâtiments de la gare, quatre tableaux distributeurs alimentés par un circuit principal partant des dynamos, commandent les circuits de distribution des lampes. Un poste secondaire installé près du pont de l'Europe commandait les lampes placées entre le pont et l'usine.

Le prix de revient du kilowatt-heure, au tarif consenti par la Compagnie à l'entrepreneur, ressortait à 0 fr. 556.

Cette première installation, qui a fonctionné pendant trois ans à la satisfaction générale, a dû être remplacée, en 1892, par une plus puissante afin d'établir un service d'éclairage électrique de jour et de nuit ininterrompu, s'étendant aux messageries et aux bureaux des différents services.

Le programme consistait à porter à 250 le nombre des arcs et à installer 3 000 lampes à incandescence.

L'ensemble de l'éclairage demandé à la nouvelle installation représentait une énergie électrique de 400 000 watts (3).

L'usine ancienne a dû être déplacée et reportée dans un espace triangulaire laissé entre les voies sous le pont de l'Europe (en A fig. 1). On conserva les groupes existants en les transportant dans la nouvelle usine et on augmenta la puissance de production en multipliant le nombre de ces groupes.

La nouvelle usine comprend donc :

5 générateurs Delaunay-Belleville produisant la vapeur à 12 kilogrammes;
5 moteurs horizontaux Lecouteux et Garnier admettant la vapeur à 6 kilogrammes;
10 dynamos de 550 ampères et 80 volts.

Enfin pour le service de jour :

Une machine pilon de 70 chevaux;
Une dynamo du même type que les précédentes.

L'un des cinq groupes à machine horizontale constitue une réserve au moment de la pleine marche.

La nouvelle usine fonctionne depuis janvier 1893. La lumière est vendue par l'entrepreneur aux mêmes tarifs que précédemment; par suite, le kilowatt-heure revient à la Compagnie au taux indiqué ci-dessus de 0 fr. 556.

Il résulte de cet exposé que la Compagnie de l'Ouest possède deux usines génératrices d'énergie dans sa gare de Paris-Saint-Lazare pour assurer son service mécanique et son service d'éclairage :

1° Une usine hydraulique donnant l'énergie nécessaire aux appareils mécaniques sous forme d'eau à 50 kilogr. de pression par centimètre carré, d'une puissance de 150 chevaux;

2° Une usine électrique donnant l'énergie nécessaire aux appareils d'éclairage sous forme d'un courant continu à 70 volts aux centres de distribution, d'une puissance de 484 kilowatts, équivalant à environ 658 chevaux.

Pendant les heures les plus chargées, la puissance absorbée par les appareils mécaniques ne dépasse pas 100 chevaux et la moyenne journalière est d'environ 20 chevaux.

(1) Note sur l'installation des appareils hydrauliques de la nouvelle gare de Paris-Saint-Lazare, par MM. Bouissou et Dereins, 1892.

(2) *Étude pratique sur l'éclairage électrique des gares de chemins de fer*, par MM. G. DUMONT et G. BAIGNÈRES. (Baudry et Cie, éditeurs.)

(3) L'usine peut donner 484 kilowatts, toutes les dynamos marchant ensemble.

D'autre part, le service des appareils d'éclairage exige, pendant la saison la plus défavorable, une puissance de 352 000 watts (478 chevaux) de 4 heures du soir à 1 heure du matin, quand tous les appareils fonctionnent en même temps, et, dans la journée, la puissance nécessaire (fournie par la machine pilon spéciale) est de 70 chevaux.

En présence de la puissance relativement faible absorbée par les appareils mécaniques comparativement à celle qui est nécessitée par l'éclairage, il est naturel de rechercher si on ne pourrait utiliser l'usine électrique existante aux deux services en transformant les appareils mécaniques mus par moteurs hydrauliques en appareils mus par électromoteurs et en faisant travailler l'usine électrique pendant la journée pour constituer, à l'aide d'accumulateurs, la réserve d'énergie nécessaire au service des engins mécaniques pendant les vingt-quatre heures.

Il paraît évident, à première vue, que même en tenant compte : 1° des majorations de frais de premier établissement d'une canalisation spéciale pour la distribution de l'énergie mécanique et d'engins à commande électrique, par rapport aux frais nécessités par l'installation hydraulique actuelle; 2° des pertes d'énergie plus grandes dans le cas de l'installation électrique que dans le cas de l'installation hydraulique; la concentration dans une seule usine et l'utilisation d'un matériel déjà installé et inactif pendant une grande partie de la journée doit procurer une certaine économie.

C'est cette économie que nous nous proposons d'évaluer.

A. Transformation des engins mécaniques mus par l'eau sous pression en engins mus électriquement. — Chacun des appareils mécaniques dont nous avons donné plus haut la liste, a été installé en vue d'un programme parfaitement déterminé et qu'il faut remplir dans le cas où on substituerait la manœuvre électrique à la manœuvre hydraulique.

Partant donc de ce programme, nous avons étudié pour chacun des appareils en question :

1° Comment on pouvait remplacer le moteur hydraulique existant par un moteur électrique et quelle serait sa puissance;

2° Quel serait le coût d'établissement en conservant, pour les parties communes aux appareils à manœuvre hydraulique et à manœuvre électrique, les prix portés aux tableaux annexés à la note de MM. Bouisson et Dereins.

1° Monte-wagons de 15 000 kilogr. — *Programme.* — Le monte-wagons consiste en une plate-forme de 8 mètres sur 3^m20, d'une course de 9^m60.

La charge moyenne à soulever est de 10 tonnes et la charge maximum de 15 tonnes. Le poids mort est de 10 tonnes.

On a admis un nombre maximum de manœuvres de 80 par heure et une vitesse, à la montée, de 0^m50 par seconde. L'appareil doit pouvoir être mis en marche à la main; il doit produire lui-même son arrêt progressif et son verrouillage à fin de course.

L'ouverture laissée béante au 1er étage par la descente du plateau ascenseur, doit être fermée après son départ et ouverte avant son arrivée; cette disposition est réalisée par deux plateaux articulés.

Appareil hydraulique. — Dans l'appareil hydraulique existant, le plateau est soulevé directement par des pistons. Il y a trois pistons dont deux agissent simultanément quand la charge est inférieure à 10 tonnes. Si la charge est supérieure à ce chiffre, les trois pistons entrent en jeu. A la descente, on récupère un volume d'eau sous pression (sur trois ou deux) si la charge à la descente est supérieure à 10 tonnes.

Appareil électrique. — Si on envisage l'emploi de l'électricité, on reconnaît que le problème est ici particulièrement difficile en raison de la grande puissance exigée par l'appareil à son démarrage. Il convient donc d'examiner toutes les solutions possibles au double point de vue du coût de premier établissement et du prix de revient de la manœuvre.

Ces solutions sont les suivantes :

1° Emploi d'un appareil hydraulique avec récupération par une pompe mue électriquement.

C'est une solution mixte qui aurait l'avantage d'utiliser l'appareil hydraulique actuel et son accumulateur. Il n'y aurait qu'à ajouter une pompe mue par un électromoteur et fournissant l'eau à 50 kilogr. de pression ;

2° Emploi d'un treuil électrique soulevant la plate-forme par câble métallique ou chaîne calibrée.

Ce câble ou cette chaîne peuvent être fixés à la plate-forme elle-même qui, dans ce cas, porte un châssis de guidage supérieur, ou à une colonne creuse supportant le plateau avec poutres de guidage fixée sous la plate-forme.

Quant au treuil, il peut être à vis sans fin ou à engrenages. Dans le premier cas, on équilibre le poids mort et la moitié de la charge maximum; dans le deuxième cas on n'équilibre que le poids mort et on fait agir un frein à la descente.



Nous avons calculé pour chacune des solutions indiquées ci-dessus les prix approximatifs de premier établissement et le coût d'une manœuvre. Ces prix sont résumés dans le tableau suivant :

	Prix de 1re installation.	Coût d'une manœuvre double sous charge maximum.
1° Solution mixte. . . . . Fr.	93 600	0,62
2° Emploi de l'électricité seule :		
Traction directe par treuil à vis	45 500	0,612
— — à engrenages. . .	48 700	0,494
Traction sur une colonne creuse solidaire de la plate-forme	61 700	0,612

L'emploi d'un treuil à engrenages bien qu'économique n'est pas à recommander à cause du manque de sécurité et des dangers qu'offrirait une descente trop rapide.

La solution qui paraît la plus avantageuse est celle qui se rapproche le plus de la disposition hydraulique, c'est-à-dire la traction directe par treuil à vis sur une colonne creuse solidaire de la plate-forme.

Nous donnons (fig. 2, 3 et 4) les vues des dispositions principales de l'appareil à commande électrique projeté.

Parties conservées. — L'appareil électrique comporte, comme l'appareil hydraulique :

Une plate-forme de 8 mètres sur 3m20 et un cadre transversal de guidage solidement entretoisé;

Deux treillis formant cage, avec poutres-guides au milieu de la longueur;

Deux plateaux fermant la trémie du premier étage après la descente de la plate-forme;

Quatre verrous de calage en haut de la course.

Commande de la plate-forme. — La plate-forme est supportée à l'aide d'une genouillère par une poutre double laissant à son centre le passage pour une chaîne de galle fixée à sa partie inférieure.

La traction directe de la chaîne remplace la poussée de l'eau.

La chaîne de galle passe sur une première poulie-guide, puis sur le barbotin du treuil électrique et ensuite sur une deuxième poulie; l'extrémité libre de la chaîne est attachée à un contrepoids de 17t5 équilibrant le poids mort (10 tonnes) et la moitié (7t5) de la charge maximum (15 tonnes).

Treuil électrique. — Le treuil électrique complet comprend :

Un moteur électrique de 165 chevaux, excité en dérivation;

Un arbre intermédiaire commandé par vis tangente et roue hélicoïdale;

L'arbre du barbotin commandé par pignon et couronne dentée.

Sur l'arbre du moteur, il y a : un frein électrique à bande, tendu à circuit ouvert par un ressort ou un poids, et détendu en marche, par un électro embroché dans le circuit principal [1].

Sur l'arbre intermédiaire : un dispositif d'arrêt automatique, à la montée et à la descente; ce dispositif peut être constitué par un pas de vis sur l'arbre et un écrou mobile entraînant aux fins de course deux colliers et le volant de l'inverseur ramené ainsi à l'arrêt [2].

L'inverseur peut être actionné aux deux étages pour la mise en marche à la montée et à la descente, par une corde passant sur le volant de cet appareil et sur des poulies de renvoi, avec index aux points de manœuvre.

Commande des plateaux articulés de la trémie. — Les deux plateaux de la trémie sont articulés par un contrepoids un peu supérieur à leur poids propre et actionnés mécaniquement par la plate-forme. Ces plateaux tendent donc à s'élever, mais ils sont maintenus abaissés par quatre chaînes fixées à la plate-forme et hors du gabarit.

Dès que la plate-forme monte, les plateaux s'élèvent; puis les chaînes glissent dans les poulies des plateaux sous l'action des contrepoids qui les maintiennent toujours tendues et sont guidées par la poutre de pourtour des treillis.

A la descente, l'inverse se produit : les chaînes glissent, puis un taquet qu'elles portent pousse un tourillon et les plateaux s'abaissent.

La manœuvre de ces plateaux par le moteur du treuil ou par un petit moteur électrique indépendant, aurait compliqué l'installation mécanique et exigé une première manœuvre enclenchée avec celle de la plate-forme.

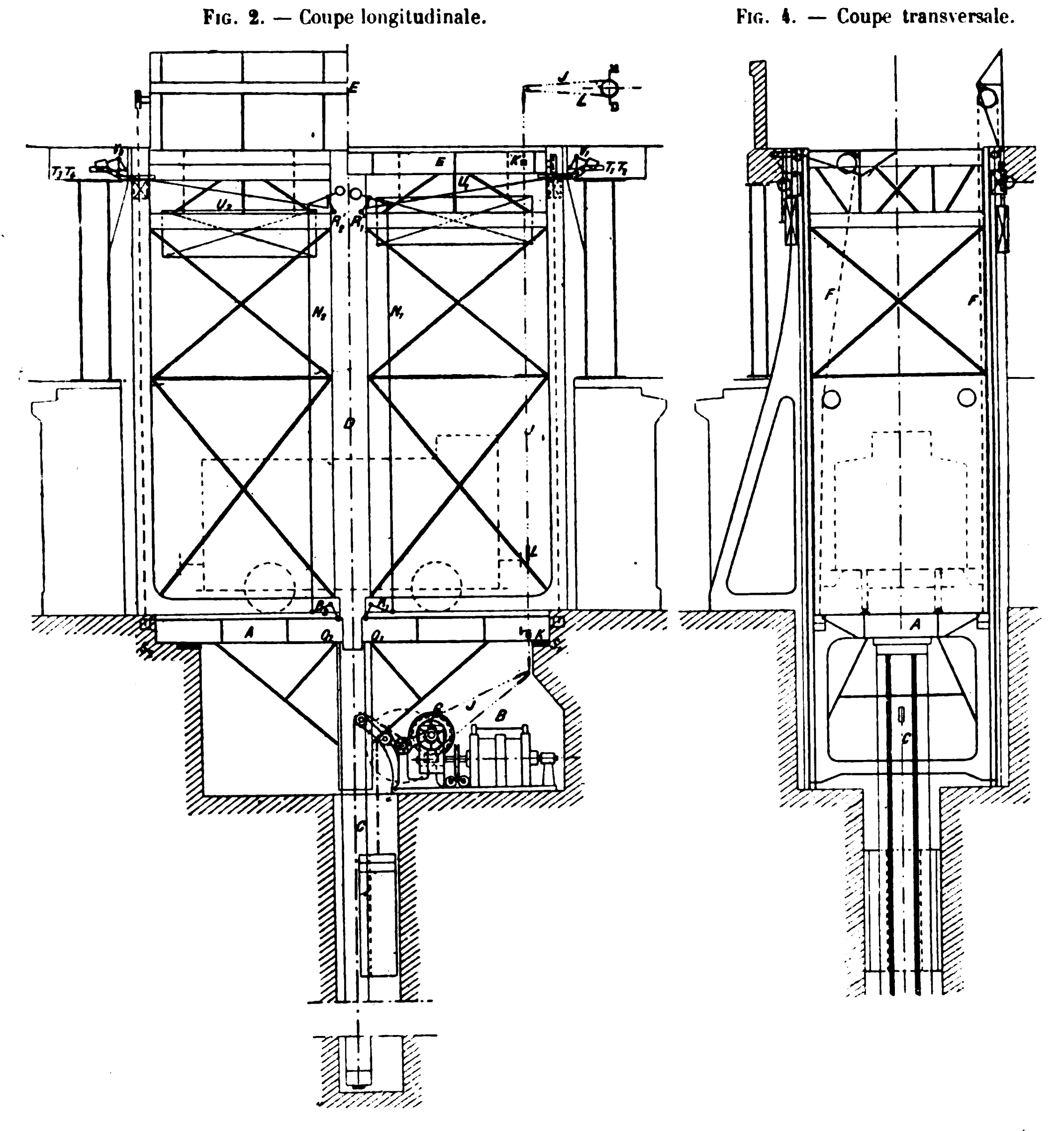


Fig. 2. — Coupe longitudinale. Fig. 4. — Coupe transversale.

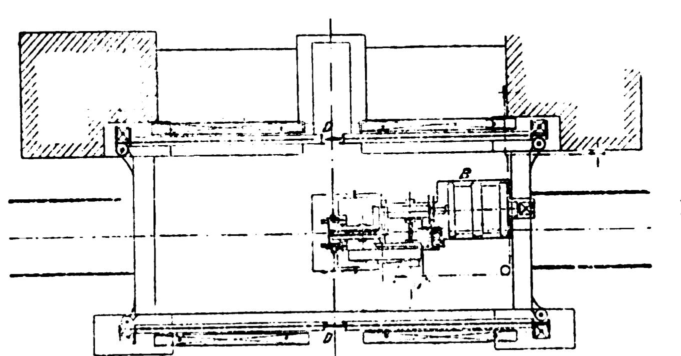


Fig. 3. — Plan.

Fig. 2, 3 et 4. Appareil électrique projeté pour un monte-wagons de 15 tonnes.

Le verrouillage automatique de la plate-forme, en haut de la course, et des plateaux, en bas, se fait, comme dans l'appareil hydraulique, par cames, galets, équerres et tringles.

Dépenses comparées. — Les chiffres représentant le coût de premier établissement des appareils dans le cas de l'emploi de l'électricité et pour les différentes solutions examinées (voir le tableau comparatif donné ci-dessus) ne se rapportent qu'à la commande de la plate-forme.

(1) Ce mode d'arrêt est employé pour les treuils en Amérique. On pourrait, si on le préférait, arrêter le treuil en mettant l'armature de l'électromoteur en court circuit.

(2) Suivant le système adopté par certains constructeurs, notamment par Otis.



Ils suffisent pour déterminer le choix de la solution, mais il convient, cette solution une fois admise, d'établir un devis plus complet. De ce devis que nous avons dressé, il résulte que :

L'engin à commande électrique ne coûterait que. Fr.	69.500
Alors que le même engin mû par l'eau sous pression a coûté	72.250
D'où une économie de . . . . . Fr.	2.750

en faveur de la commande électrique.

En ce qui concerne le prix d'une manœuvre complète sous charge maximum (montée et descente), il a fallu, pour l'évaluer, se baser sur le coût du kilowatt-heure. Ce prix a été établi après étude complète du projet; il est de 0 fr. 34. On a adopté pour le prix de l'eau le chiffre de 0 fr. 972, indiqué comme coût moyen du mètre cube d'eau sous pression, par les Ingénieurs de la Compagnie de l'Ouest.

On a ainsi :

Pour une manœuvre hydraulique . . . . . . Fr.	0,460
Pour une manœuvre électrique	0,612

Il y a donc, dans le cas de l'emploi de l'électricité, une plus-value de 0 fr. 152.

2° Monte-charge de 1000 kilogr. — Il existe deux sortes de monte-charges de 1 000 kilogr., savoir : aux messageries, 2 de 8^m70 de course; à la gare des voyageurs, 7 de 4^m90 de course.

MONTE-CHARGE DE 8^m70 DE COURSE : *Appareil hydraulique.* — L'appareil hydraulique actuel comprend :

Un plateau avec benne supporté et poussé directement par le piston d'une presse où l'eau arrive à la pression de 13 kilogr. après avoir traversé un compensateur qui a réduit la pression dans le rapport de 52 à 13 kilogrammes.

Au premier étage, une trappe articulée en deux parties est soulevée directement par la benne et ferme automatiquement la trémie à la descente.

La mise en marche s'effectue par un levier au rez de-chaussée.

L'arrêt et le calage automatiques à fin de course sont produits par une came fixée à la benne qui remonte les deux taquets d'une tringle; celle-ci commande le tiroir de distribution.

La charge maximum est de	kilogr.	1 000
Le poids mort est de	—	1 130
La course est de	mètres.	8,67
La vitesse d'ascension est, par seconde, de	—	8 »

Appareil électrique. — Dans le cas de l'emploi d'une commande électrique pour la traction par un treuil, on peut avoir recours à l'un des dispositifs suivants :

a) Le treuil placé dans une fosse tire un câble ou une chaîne attachés à l'extrémité inférieure d'une colonne creuse supportant la benne et remplaçant ici le piston de l'appareil hydraulique.

b) Le treuil fixé sur portique ou sur le sol du premier étage ou enfin à l'étage inférieur, tire un câble ou une chaîne. L'une des extrémités du câble ou de la chaîne est attachée à la benne, l'autre au contrepoids qui l'équilibre. Le câble ou la chaîne doit alors passer sur des poulies de renvoi fixées au-dessus de la cage du monte-charges.

La première solution a l'inconvénient d'exiger une fosse pour le treuil et un puits pour la colonne, mais elle est tout indiquée au cas où l'on ne disposerait d'aucun emplacement au-dessus de la cage.

La deuxième solution comporte l'emploi d'un câble ou d'une chaîne calibrée. Le câble exige pour son enroulement un tambour de grande dimension et un système de guidage; la chaîne s'enroule sur une noix de plus petite dimension qui peut tourner plus vite que le tambour, la réduction de vitesse nécessaire est donc moindre. Quant à la commande de l'arbre moteur, la vis sans fin a un rendement faible, mais elle permet de supprimer le frein et de travailler toujours dans les mêmes conditions, à la montée comme à la descente. Elle est préférable aux roues et pignons qui ont un rendement meilleur mais exigent au moins un arbre intermédiaire, un cliquet de sécurité agissant à la montée et un frein à la descente. Dans les deux cas, les fondations sont peu importantes et même nulles si le guidage est supérieur à la plate-forme.

Si on examine maintenant les différents modes possibles pour la manœuvre de la trappe, on reconnaît qu'ils sont au nombre de quatre.

La trappe peut être soulevée directement par la benne, ou par le treuil ou par un servo-moteur; enfin, elle peut être équilibrée et maintenue fermée par la benne qui la soulève dès le début de la montée, ainsi qu'il a été expliqué pour le monte-wagon à commande électrique.

Le premier dispositif a le mérite de la simplicité; le treuil est utilisé sans le secours d'organes spéciaux.

Le deuxième dispositif nécessite sur le treuil, pour le service spécial de la trappe, un embrayage et un arbre supplémentaire et une transmission par chaîne du treuil à la trappe.

Le troisième dispositif, par servo-moteur, conduit à une dépense supplémentaire applicable à ce servo-moteur. De plus, ce dernier nécessite un appareil de manœuvre spécial enclenché avec celui de la cabine.

Le quatrième dispositif a l'avantage appréciable de soulever la trappe dès que la benne commence son ascension; il a été décrit plus haut au chapitre monte-wagons, mais il exige un système assez compliqué de chaînes et de contrepoids.

En ce qui concerne enfin la mise en marche, on peut adopter deux procédés :

Le premier consiste à agir directement sur l'inverseur qui commande le moteur. A cet effet, cet inverseur est muni d'un levier ou d'un volant. Dans le premier cas, une tringle de commande est reliée au levier. Dans le deuxième cas, aux deux extrémités de la tringle est attachée une corde sans fin qui s'enroule sur le volant.

Le deuxième système consiste à agir indirectement sur l'inverseur par l'intermédiaire d'un servo-moteur, lequel est commandé par la tringle ou par la corde manœuvrant un interrupteur placé sur le circuit du servo-moteur.

La solution qui nous a paru la plus avantageuse dans le cas particulier est celle d'une traction directe par chaîne à l'aide d'un treuil à vis fixé sur portique, avec équilibrage du poids mort (1 130 kilogr.) et de la moitié de la charge maximum (1 000 kilogr.), soit 1 630 kilogr.; d'un guidage sur deux montants; de la manœuvre directe de la trappe par la benne. La corde de manœuvre agit directement sur l'inverseur; le verrouillage automatique est produit par came et tringle à taquets. En cas de bris de la chaîne, l'arrêt automatique s'obtient par des griffes à ressorts venant s'implanter dans les montants de guidage, ou coincer contre eux si elles ne sont plus maintenues par la chaîne tendue.

Les seules parties conservées de l'appareil hydraulique sont :

La benne;

Les deux montants de guidage et le châssis fixé sous la benne;

Le mode de commande de la trappe par la benne;

Le système de verrouillage automatique à fin de course.

Dans l'appareil électrique, le contrepoids d'équilibrage est constitué par deux poids égaux glissant à l'extérieur des montants de guidage et attachés à des chaînes reliées à la cabine. L'une de ces chaînes passe sur la noix du treuil. Ce dispositif est possible dans le cas actuel, parce que le poids mort est plus grand que la moitié du poids à équilibrer. Donc, à la descente, la cabine pourra entraîner le contrepoids qui lui est directement relié.

Dépenses comparées. — Il résulte des calculs que nous avons établis que :

Les dépenses de premier établissement sont :

1° Pour l'appareil à commande hydraulique de Fr.	17 000
2° Pour l'appareil à commande électrique de . . .	7 000
D'où une économie en faveur de l'électricité de Fr.	10 000

Le prix de la manœuvre double (aller et retour), sous charge maximum, est de :

1° Pour l'appareil hydraulique. . . . . Fr.	0,0388
2° Pour l'appareil électrique.	0,0307
D'où une économie de . . . . Fr.	0,0081

MONTE-CHARGE DE 4^m90 DE COURSE : *Appareil hydraulique.* — L'appareil hydraulique actuel comprend les mêmes organes que le précédent, avec cette différence, toutefois, que le piston qui supporte la benne est chassé directement par l'eau à 50 kilogr. de pression.

La mise en marche se fait, au premier étage, par un levier manœuvré à la main. Ce levier est actionné par la benne pour l'arrêt à fin de course; enfin, il agit sur les quatre verrous de calage.

La charge maximum est de	Kilogr.	1 000
Le poids mort est de	—	1 980
La course est de.	Mètres.	4,90
La vitesse d'ascension par seconde est de. .	—	0,50

Appareil électrique. — Les diverses solutions possibles dans le cas de l'emploi d'une manœuvre par l'électricité ont été énumérées dans l'étude précédente, relative au monte-charges de 8^m67 de course; il est donc inutile de les décrire de nouveau.

La solution que nous avons adoptée consiste à suspendre la benne à une chaîne mue par un treuil à noix et à vis fixé au plancher du premier étage, avec renvoi de la chaîne au plafond.

Le treuil porte un frein électro-magnétique.

La cabine est munie d'un dispositif d'arrêt automatique en cas de descente trop rapide.

Le rhéostat installé au premier étage, et indépendant du treuil, a son levier actionné par le système de tringles employé dans l'appareil hydraulique pour la mise en marche, l'arrêt automatique et le verrouillage à fin de course.

Dépenses comparées. — Il résulte des calculs que nous avons établis que :



Les dépenses de premier établissement sont :

1° Pour l'appareil à commande hydraulique de. Fr.	7 900
2° Pour l'appareil à commande électrique de	7 600
D'où une économie en faveur de l'électricité de . Fr.	300

Le prix de la manœuvre double (aller et retour), sous charge maximum, est de :

1° Pour l'appareil hydraulique. . . . . Fr.	0,0340
2° Pour l'appareil électrique.	0,0178
D'où une économie de. . . . . . . Fr.	0,0162

G. Dumont et G. Baignères,
Ingénieurs des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

MÉTALLURGIE

TRANSPORTS ÉLECTRIQUES PAR VOIE AÉRIENNE
des Hauts Fourneaux de Duisburg-Hochfeld (Westphalie).

(Planche XII.)

Le déchargement rapide et économique des matières premières qui servent à l'alimentation des hauts fourneaux est une des questions qui préoccupent, à juste titre, les Ingénieurs chargés de la direction des fonderies d'une certaine importance.

La plupart des usines introduisent pour ce service des améliorations et des perfectionnements, augmentent les voies d'approche, le nombre de wagons, mais reculent le plus souvent devant les frais élevés d'une modification radicale dans le déchargement du minerai et le chargement des hauts fourneaux.

Nous croyons intéressant de donner ici, d'après le *Stahl und Eisen*, la description d'un transport électrique par voie aérienne avec appareils de chargements électriques en usage dans les hauts fourneaux de Duisburg-Hochfeld, en Westphalie.

L'usine est séparée du Rhin par les voies du chemin de fer. Il a fallu franchir ces voies au moyen d'un chemin aérien (fig. 1, pl. XII) qui repose du côté du fleuve sur deux piles en pierre d'un diamètre de 6m 60 à la partie supérieure et qui s'enfoncent de 6 mètres au-dessous du lit du fleuve. Leur hauteur au-dessus du niveau d'étiage est de 10m 70 (fig. 2 du texte). La distance d'axe en axe entre les deux piles est de 2m 15. Ces deux colonnes sont réunies par un pont métallique dont le tablier est à 18m 40 au-dessus du niveau moyen des eaux.

Cette élévation est nécessaire pour permettre à la voie aérienne de franchir la voie de chemin de fer à une hauteur de 5 mètres. A l'usine il y a, de ce fait, une hauteur de chute de 7m 50.

La voie aérienne se compose d'une ligne principale de 140 mètres de long, aboutissant au fleuve et en ligne droite ; elle est munie d'une transmission électrique par câble sans fin. De cette voie principale partent, à droite et à gauche, six voies latérales de 40 à 60 mètres de longueur à des endroits déterminés. La longueur totale de toutes ces lignes est de 950 mètres.

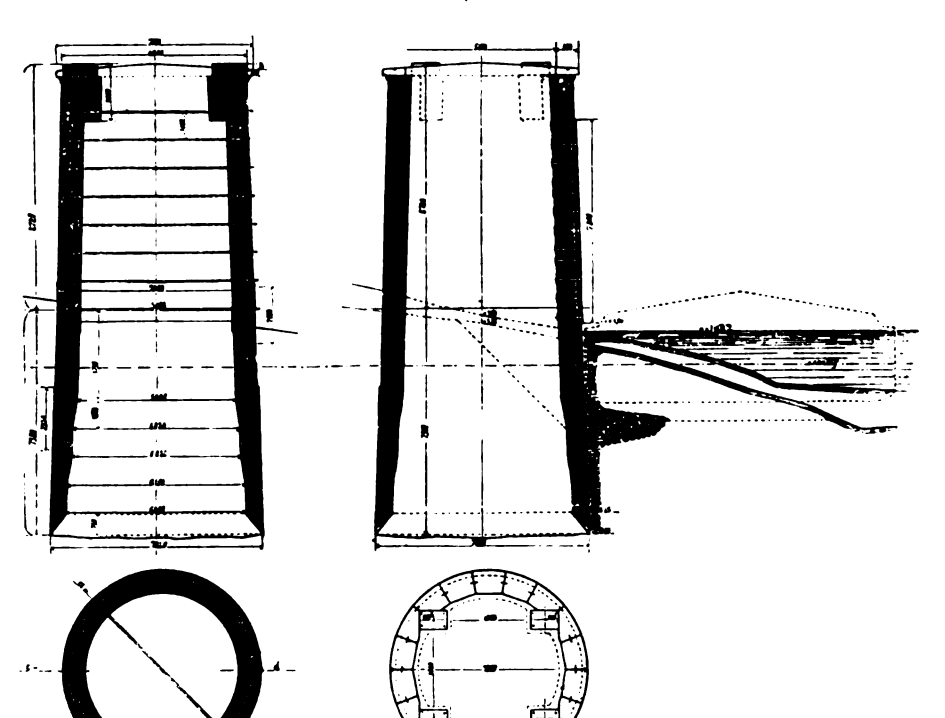


Fig. 2. — Vue des colonnes en maçonnerie qui supportent les grues tournantes.

Les wagonets sur les voies latérales sont poussés à la main, car une transmission par câble ne serait pas pratique sur une si courte distance. La propulsion à la main des wagons suspendus est, d'autre part, deux fois plus facile pour les ouvriers que celle des berlines ordinaires. Ce dispositif présente, en outre, le grand avantage de pouvoir s'employer sur des courbes à rayon très faible aux points de branchement avec la ligne principale. Le déchargement des wagonets (fig. 3 du texte) est aussi très simple, car il suffit de dégager un coin pour les faire pivoter sur leur axe de suspension. Ce déchargement peut même s'effectuer pour les wagonets voyageant sur le parcours de la ligne principale sans leur faire subir d'arrêt, bien que leur vitesse atteigne 1m 50 à la seconde. La marche est ininterrompue, c'est-à-dire que les wagons partent d'une pile, en suivant un des côtés de la voie aérienne, et reviennent par l'autre côté sur la deuxième pile.

Les appareils de levage (fig. 1 du texte) sont deux grues tournantes dont le socle repose sur les colonnes en maçonnerie dont il est question plus haut.



Fig. 1. — Vue de l'installation des grues tournantes.

Ces grues peuvent soulever des charges de 1 500 kilogr. et ont une portée de 12 mètres. La hauteur entre les bateaux et la voie aérienne est de 20 mètres. La vitesse d'élévation des charges est de 0m 650 par seconde. La rotation peut s'effectuer simultanément à l'élévation. Quand le crochet de suspension est arrivé au haut de sa course, le mouvement s'arrête automatiquement et le wagonet est déposé sur le rail du câble sans fin.

La descente des wagonets vides, ou d'une charge quelconque telle que la fonte brute, s'effectue à une vitesse moyenne de 2m 50 à la seconde. Un frein de sûreté est disposé de telle sorte qu'il agit dès que la vitesse dépasse une certaine limite.

Chacune des grues est actionnée par un moteur électrique de 110 volts qui, à la vitesse de 875 tours, développe une puissance de 25 chevaux effectifs.

Les moteurs ne tournent que dans un sens et l'on obtient le changement de direction du mouvement par des poulies de friction.

C'est au milieu du pont reliant les deux piles que se trouvent les appareils qui commandent le câble sans fin (fig. 1 à 3, pl. XII). Ils consistent en un tambour actionné par l'une ou l'autre des grues ou par les deux simultanément par l'intermédiaire d'un arbre de transmission et de roues d'engrenages. La puissance nécessaire est d'un cheval et demi.

Chaque appareil de levage est muni d'un double levier de commande, ce qui permet à l'ouvrier de se placer tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, pour la facilité de la manœuvre. Ces grues peuvent faire un tour complet sur elles-mêmes, c'est-à-dire peuvent servir aussi bien du côté du fleuve que sur la rive.

On voit qu'avec ce dispositif la matière première est chargée directement du bateau dans les wagonets que la grue dépose sur la voie

aérienne, et le minerai est amené ainsi sans autre manipulation à l'usine.

Chaque wagonet peut contenir 6 hectolitres, soit environ 1 000 à 1 500 kilogr. de minerai. Le nombre des berlines est actuellement de 60, c'est-à-dire que la vitesse de déchargement d'un bateau peut atteindre 60 à 90 tonnes à l'heure.

Chacune des grues peut effectuer une charge complète en 70 ou 80 secondes, comprenant le chargement, l'élévation du fardeau et la

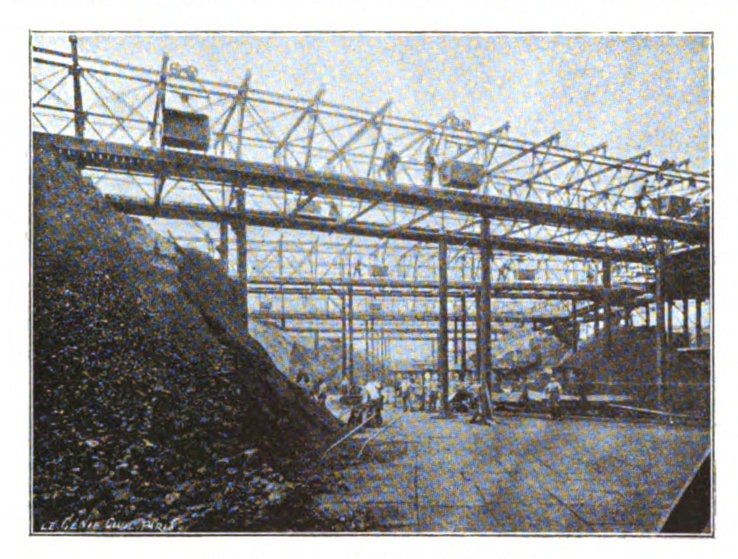


Fig. 3. — Vue du dépôt de charbon.

descente d'un wagonet vide. En 10 heures elle transporte facilement 350 tonnes de minerai.

En dehors des ouvriers chargés du remplissage des berlines dans le bateau, l'installation exige deux machinistes, deux ouvriers pour la réception et deux hommes employés à déclencher et replacer les wagonets après déchargement sur le câble sans fin.

Les frais de déchargement du minerai sont inférieurs à la moitié de ceux qu'exigeaient les anciens moyens par plan incliné. De plus, les bateaux séjournent bien moins longtemps devant les quais, d'où nouvelle économie de temps et d'argent.

La station primaire comprend 1 dynamo de 450 ampères et 120 volts, actionnée par une machine de 80 chevaux.

F. S.

MÉCANIQUE

APPAREIL DE CHARGEMENT POUR NAVIRES

Système T. Long.

L'Excelsior Iron Work Cie vient de construire pour le chargement des navires à Cleveland (États-Unis), un appareil, dû à M. T. Long,

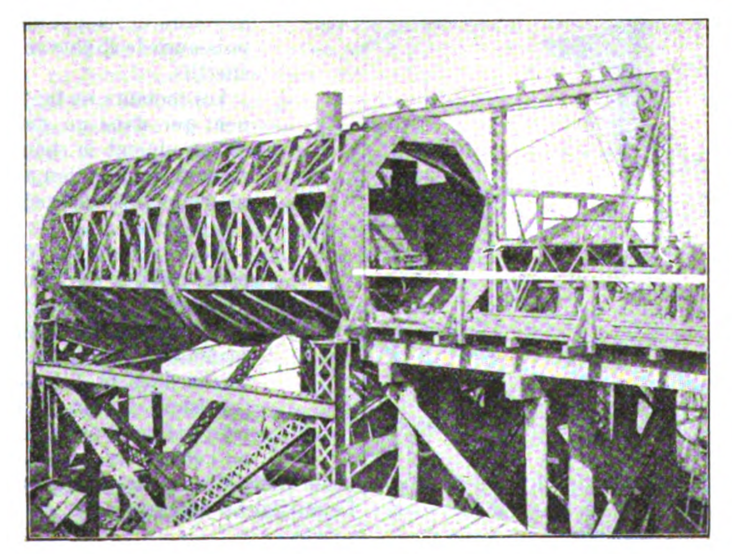


Fig. 1. — Vue du cylindre à treillis recevant le wagon à décharger.

qui permet de décharger, dans l'espace de trois minutes, trois wagons de chemin de fer à la fois.

Cet appareil se compose essentiellement d'un cylindre à treillis de 4m90 environ de diamètre extérieur, 3m35 de diamètre intérieur et 12 mètres environ de long. Dans sa position normale, il repose sur le prolongement de la voie ferrée, de façon à recevoir les wagons à décharger.

La figure 1 laisse apercevoir un wagon qui vient de pénétrer dans

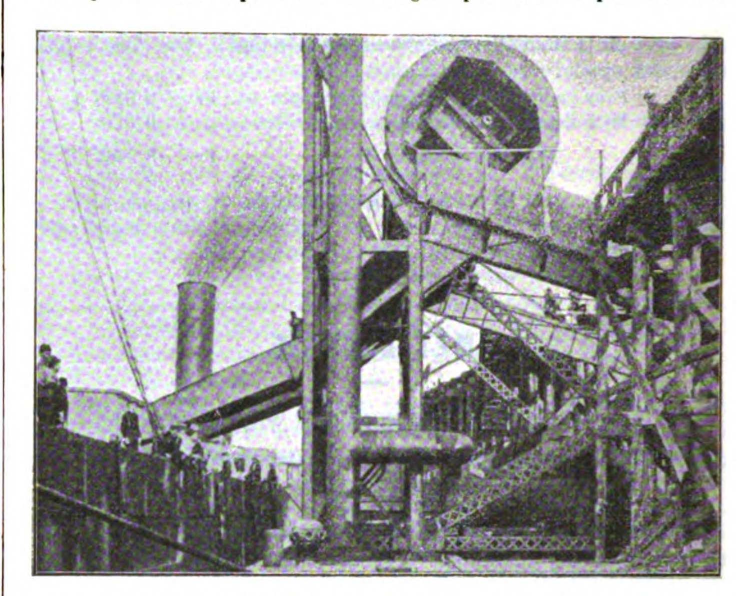


Fig. 2. — Vue du cylindre à treillis élevé au sommet du plan incliné.

le cylindre. Ce wagon chargé de houille est immobilisé par une série de colliers qui viennent le fixer solidement et automatiquement aux

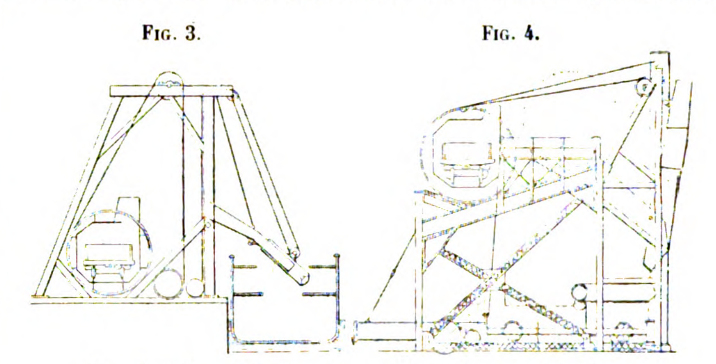


Fig. 3 et 4. — Schémas des positions du wagon à treillis représentées sur les figures 1 et 2.

parois du cylindre dès que celui-ci commence à rouler (fig. 3). Ce serrage se fait instantanément et un levier placé à l'une des extrémités

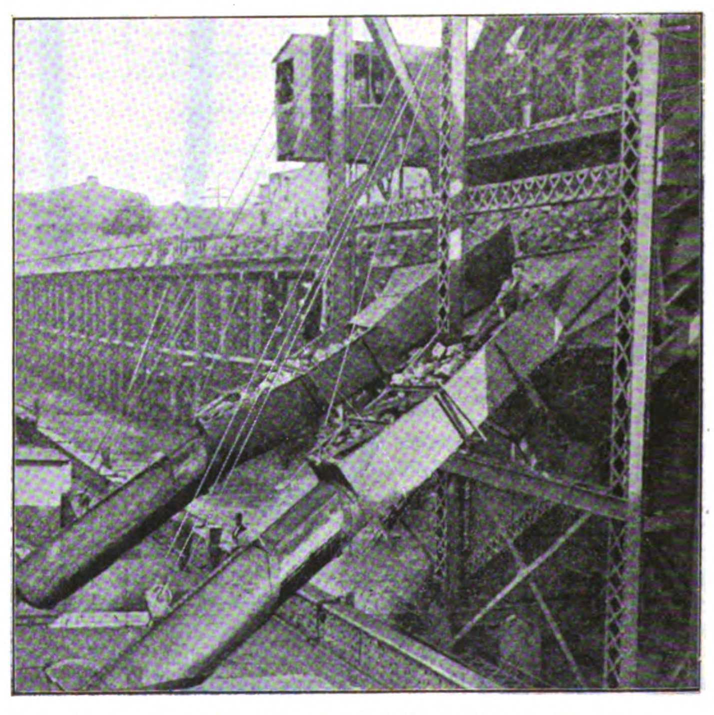


Fig. 5. — Glissières amenant la houille dans la cale du navire.

de l'appareil met en marche une machine située sur le quai. Un simple coup de piston de cette machine déplace le cylindre latéralement et le fait rouler sur un plan incliné jusqu'à lui donner la posi-



tion qu'il occupe sur les figures 2 et 4. Les wagons se vident alors dans des glissières qui, au moment du déchargement ont une position horizontale, de sorte que le charbon ne peut rouler, mais reste en tas. Dès que l'appareil de chargement revient en arrière, une deuxième machine fait abaisser graduellement les glissières jusqu'à ce que la houille se mette à glisser doucement le long de la pente jusque dans la cale du navire (fig. 5). La formation de menus et de poussiers se trouve ainsi réduite au minimum.

Les diverses commandes pour le cylindre roulant et les glissières se font par l'intermédiaire de câbles. Pour donner à l'appareil de chargement une grande précision dans son mouvement, celui-ci porte sur la jante, au contact du plan incliné, une série d'alvéoles qui correspondent à des saillies coniques ménagées sur le chemin de roulement.

Les avantages de cet appareil de chargement peuvent se résumer dans les trois qualités suivantes : grande rapidité ; application à tous les wagons de charbon, indistinctement, quelles que soient leurs dimensions, sans dispositif spécial ; réduction au minimum du bris de la houille.

La construction en est robuste et simple, et son prix de revient est peu élevé. Son emploi est économique : trois hommes suffisent pour la commande : le chauffeur-mécanicien, le conducteur du cylindre et le contrôleur des mouvements des glissières. L'*Engineering and Mining*, auquel nous empruntons les renseignements qui précèdent, ne donne malheureusement aucuns chiffres relatifs à la consommation de vapeur ou à la force nécessaire au déchargement d'un nombre de tonnes déterminées de houille.

La seule objection faite, paraît-il, par la New-York, Pennsylvania et Ohio Railroad C°, qui la première a adopté ce système, c'est que le travail de déchargement était trop rapide pour le contrôle et qu'on ne pouvait pas fournir sans perte de temps de nouveaux wagons. Si cet inconvénient est le seul qui ait été relevé, il ne nous paraît pas de nature à devoir retarder l'application de cet appareil.

PERCEUSE MULTIPLE

La perceuse multiple dont nous nous proposons de donner ici la description [1], permet de percer simultanément un certain nombre de trous à espacement régulier ou irrégulier et de profondeur différente.

Sur une colonne A (fig. 1 et 2) sont montés les plateaux supérieur et inférieur B et C qui reçoivent les organes des porte-outils. Ces plateaux sont pourvus d'oreilles convenablement disposées, au moyen desquelles ils sont boulonnés sur la colonne. Le plateau supérieur affecte la forme d'une table dont les bords sont renforcés au moyen d'une nervure et dans laquelle sont réservées les ouvertures nécessaires pour le passage des divers arbres porte-outils.

Le second plateau porte à sa partie inférieure une ouverture en forme de ⊥ qui s'étend sur tout son pourtour et dont les angles présentent des élargissements dont nous indiquerons plus loin l'usage. Les deux plateaux sont réunis aux quatre angles par des boulons passant au travers des colonnettes creuses. Au sommet de la colonne existe une plaque D (fig. 2) munie de bras qui portent les paliers de l'arbre conducteur E (fig. 1 et 3).

Au plateau supérieur B sont fixés (fig. 3), plusieurs arbres F (quatre dans le cas présent). Le premier arbre sur la droite (fig. 1 et 3) est entouré d'une douille à laquelle il sert de pivot et qui porte en haut et en bas deux poulies de transmission. Les trois autres arbres sont identiques. La première et la troisième poulies sont placées plus haut que les poulies 2 et 4 et ces deux séries de poulies sont actionnées respectivement par des courroies I. Les douilles des deux arbres centraux portent, en outre, à leur partie supérieure, un troisième rang de poulies au moyen desquelles ils sont actionnés par l'arbre conducteur E, comme l'indique la figure 3.

La coupe verticale (fig. 4) fera comprendre facilement la disposition des arbres fixes. Autour de chacun d'eux est disposé un groupe d'arbres porte-outils J, qui sont les porte-outils supérieurs. Dans le cas présent, ces arbres sont au nombre de six pour chaque groupe, chacun de ces porte-outils est muni d'une rainure longitudinale et d'un collier de serrage ajustable. Le porte-outil se meut dans une douille K, avec laquelle il tourne et qui supporte le pignon L qui engrène avec la transmission centrale.

Pignon, douille et porte-outil tournent ensemble, mais ce dernier peut, en outre, se mouvoir verticalement quand il en est besoin.

Les porte-outils inférieurs sont construits et montés d'une façon analogue. Chacun d'eux est réuni au plateau C par un support N en deux parties dont l'une est assemblée au plateau. Cet assemblage est fait à l'aide de boulons dont la tête rectangulaire glisse dans la rainure en T de la face inférieure du plateau et dont l'autre extrémité porte une rondelle et un écrou de serrage au moyen duquel le support peut être fixé en un point, permettant ainsi de donner au porte-outil la position désirable.

Les élargissements de la rainure que nous avons signalés plus haut permettent l'introduction des têtes de boulons. Grâce à ces dispositions, les porte-outils peuvent être amenés en un point quelconque dans un plan parallèle au plateau. Leur réglage vertical se fait aussi à la demande. La liaison entre les porte-outils supérieurs et inférieurs se fait au moyen des arbres flexibles P. La table Q supporte la pièce à travailler et l'amène en contact avec les forets.

Cette machine, fréquemment employée aux États-Unis, opère de la façon suivante : On emploie un nombre de forets égal à celui des trous à percer simultanément et les porte-outils inférieurs sont réglés indépendamment les uns des autres et amenés à la position horizontale convenable, de la manière indiquée ci-dessus au moyen du support mobile N et de la rainure C ; de façon à percer les trous aux intervalles désirés. Chaque porte-outil inférieur est aussi ajusté dans le sens vertical au moyen du réglage relatif des deux parties du

Fig. 1. — Vue d'avant.

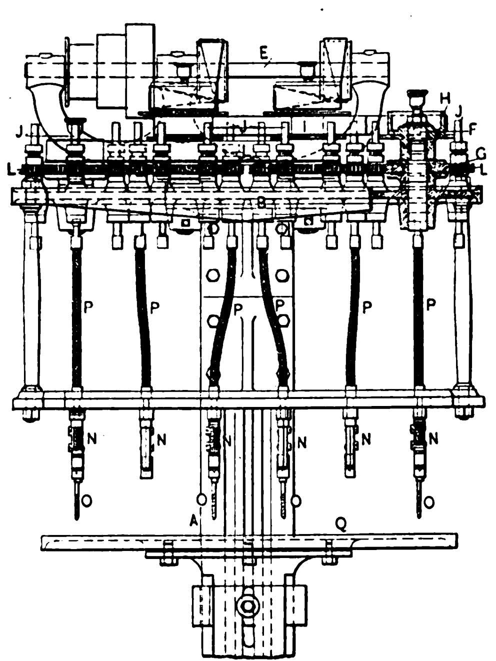


Fig. 2. — Élévation latérale.

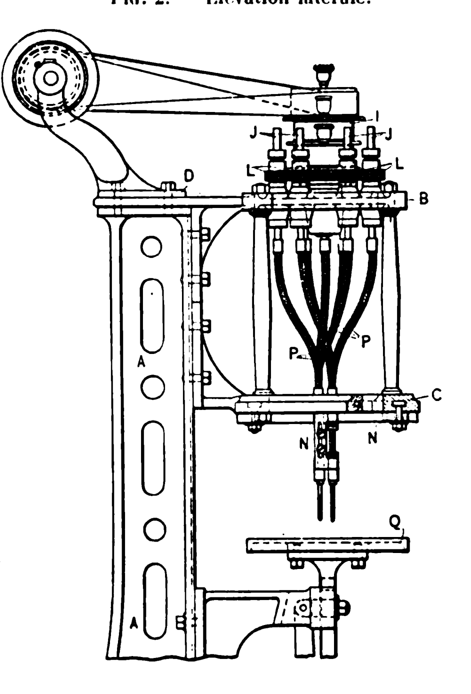


Fig. 3. — Plan.

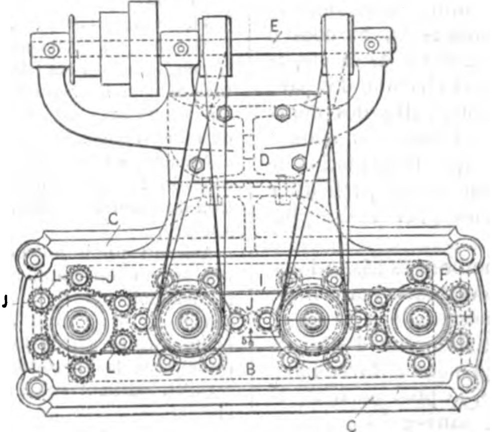


Fig. 1, 2 et 3.

Vue de face, élévation latérale et plan d'une perceuse multiple.

(1) D'après l'*Iron Age*.

support N, de façon à régler la profondeur des différents trous à percer.

Le mouvement vertical dont sont capables les porte-outils supérieurs permet aux porte-outils inférieurs d'être librement déplacés et réglés horizontalement et verticalement.

Chaque changement de position de l'un quelconque des porte-outils inférieurs fait varier sa distance à celle du porte-outil supérieur correspondant et la faculté de mouvoir verticalement le porte-outil conducteur a pour but de pouvoir ajuster celui-ci suivant l'écartement et d'empêcher ainsi que les diverses parties se gênent mutuellement. Les colliers ajustables des porte-outils supérieurs servent à limiter leur mouvement de haut en bas, pour qu'ils ne puissent pas se dégager du mécanisme conducteur et à régler la tension des arbres flexibles.

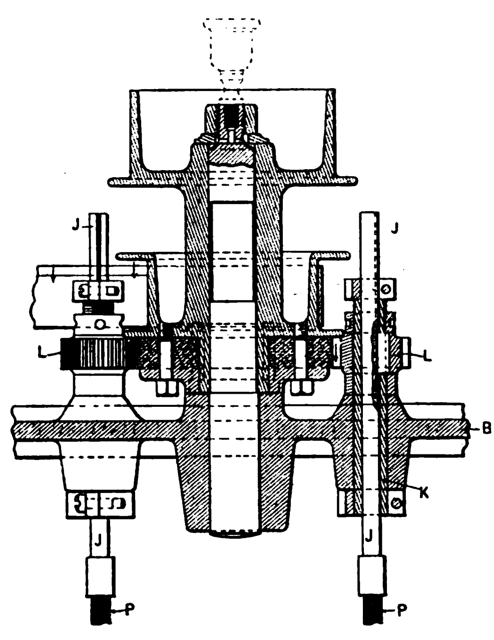


Fig. 4. — Coupe verticale montrant la disposition des arbres fixes.

La pièce à travailler est alors assujettie sur la table Q qui l'élève vers les forets. Grâce au mécanisme que nous venons de décrire, les trous seront percés simultanément aux intervalles et profondeurs demandés, en une seule opération et sans qu'on ait à toucher à la pièce à travailler. Quand il y a un grand nombre de pièces semblables, elles peuvent, une fois la machine réglée, être toutes percées successivement avec une grande rapidité et les trous obtenus sont tous exactement de même profondeur et de même espacement.

E. M.

JURISPRUDENCE

DES CONVENTIONS DE CONGÉDIEMENT
sans indemnité et sans délai de prévenance.

L'article 1780 du Code Civil, tel qu'il avait été conçu par le législateur de 1804, était d'un laconisme rare. « *On ne peut engager ses services qu'à temps, ou pour une entreprise déterminée.* » Le législateur manifestait ainsi sa crainte de voir ressusciter les anciennes pratiques féodales et son désir de sauvegarder la liberté humaine contre ses propres entraînements. « La condition de l'homme libre abhorre toute espèce d'esclavage », disait l'exposé des motifs (1). Si donc il arrivait à quelqu'un d'engager ses services pour la durée de sa vie, la convention était nulle, alors comme aujourd'hui, et chacune des parties la pouvait rompre sans être tenue de payer à l'autre des dommages-intérêts. La section du Code relative au « louage des domestiques et *ouvriers* » ne contenait pas autre chose que l'affirmation de cette seule règle. Les principes généraux du droit, et en particulier celui de la liberté des conventions, devaient fournir pour le surplus toutes les solutions nécessaires.

Cette absence de textes précis fut la cause de nombreuses hésitations, et même d'une certaine incohérence, dans les décisions judiciaires. Le contrat de louage de services, convenu *sans détermination de durée*, fournissait surtout matière à beaucoup d'incertitudes. Sans doute, on ne contestait pas la parfaite validité de cet engagement à durée indéterminée. C'est sous cette forme que se présente, le plus souvent, le louage de services. La liberté des parties y est sauvegardée par le droit qui appartient à chacune d'elles de mettre fin quand bon lui semble à l'exécution de la convention. Mais fallait il admettre sans limites ni tempéraments ce droit de résiliation? L'exercice abusif qu'on en ferait ne pourrait-il pas, dans certaines circonstances, exposer à des dommages-intérêts? Comment ces dommages-intérêts seraient-ils évalués? La jurisprudence était vague et flottante. On décidait assez généralement que le droit réciproque de résiliation ne comportait pas d'autre réserve que la nécessité pour la partie qui donnait congé de respecter les délais d'usage. La partie qui n'aurait pas observé ce délai pouvait être condamnée à indemniser l'autre partie. Mais si les délais d'usage avaient été respectés, l'illégitimité du congé lui-même n'était jamais prise en considération pour justifier l'allocation d'une somme quelconque de dommages-intérêts.

(1) Fenet. *Travaux préparatoires*, t. XIV, p. 318.

Le législateur moderne a pensé que ces garanties du contrat de travail étaient insuffisantes. Une loi du 27 décembre 1890 est venue modifier l'article 1780 du Code Civil, en précisant et en élargissant les responsabilités attachées aux irrégularités d'un congé (1). Ces responsabilités sont encourues par la partie qui s'est mise en faute, ouvrier ou patron, sans que toutefois l'on puisse méconnaître que la solvabilité plus rare de l'employé doive rendre cette extension de garanties plus particulièrement lourde à l'employeur.

La loi nouvelle pose, en principe, qu'en matière de louage de services, fait sans détermination de durée, le droit à l'indemnité peut résulter du fait même du congé, s'il est, d'ailleurs, donné sans motifs légitimes. L'inobservation des délais n'est qu'une circonstance aggravante de ce congé intempestif; elle peut aussi constituer un cas spécial de responsabilité. « *La résiliation du contrat par la volonté d'un seul des contractants peut donner lieu à des dommages-intérêts* », dit le nouvel article 1780. Quant à l'évaluation du préjudice, elle doit désormais être faite d'après des éléments multiples d'appréciation : « *Pour la fixation de l'indemnité à allouer, le cas échéant, il est tenu compte des usages, de la nature des services engagés, du temps écoulé, des retenues opérées et des versements effectués en vue d'une pension de retraite, et, en général, de toutes les circonstances qui peuvent justifier l'existence et déterminer l'étendue du préjudice causé.* » Enfin, la loi de 1890 a introduit dans l'article 1780 cette sanction que « *les parties ne peuvent renoncer à l'avance au droit éventuel de demander des dommages-intérêts en vertu des dispositions ci-dessus.* » Le législateur a pensé que cette garantie était indispensable. Si l'on pouvait stipuler que chacune des parties conservera le droit de quitter l'autre, en tout état de cause, et de résilier le contrat sans indemnité, cette clause dérogatoire deviendrait peut-être de style dans les contrats de travail et la nouvelle loi resterait sans application. Le droit à l'indemnité pour congédiement abusif apparaît ainsi comme une disposition d'ordre public à laquelle les particuliers ne peuvent se dérober par aucun détour. Il y a, d'ailleurs, aujourd'hui, tendance générale du législateur à donner cette force obligatoire aux diverses dispositions par lesquelles il réglemente et protège le travail; il estime que le principe de la liberté des conventions doit, en pareille matière, s'incliner devant ce fait que le travailleur est souvent pressé par la nécessité de vivre, et qu'il se soumettrait trop facilement à toutes les conditions les plus dures qu'on lui imposerait.

On peut s'étonner qu'un jugement du Tribunal de Commerce de Rouen, du 7 juin 1894, ait méconnu ce caractère impératif de la législation nouvelle. Dans l'espèce, M. G... était employé de M. L..., et il avait accepté la condition du congédiement sans indemnité. Néanmoins, ayant reçu un congé immédiat de son patron, il avait cité celui-ci, en lui demandant deux mois d'appointements à titre d'indemnité. Le Tribunal débouta G... par le motif que l'article 1134 du Code Civil, d'après lequel « les conventions légalement formées tiennent lieu de loi à ceux qui les ont faites », n'avait pas été supprimé par la loi de 1890. L'erreur était matérielle. Aussi la Cour de Cassation, par arrêt du 9 juin 1896, vient-elle de casser ce jugement par les considérations suivantes :

La Cour;

Vu l'article 1780, § 5, C. Civ.;

Attendu, en droit, que l'article 1780, § 5, C. Civ., frappe de nullité toute convention dans laquelle les parties renonceraient à l'avenir au droit éventuel de demander des dommages-intérêts dans le cas où le louage de services, qui les lie sans détermination de durée, viendrait à être résilié par la faute de l'une d'elles;

Attendu, en fait, que G..., ancien employé de L..., prétendant avoir été congédié brusquement et sans motifs plausibles, a demandé à son ancien patron des dommages-intérêts en réparation du préjudice qu'il prétendait avoir souffert;

Attendu que le jugement attaqué, sans rechercher si le patron avait commis envers son employé la faute prévue par le § 5 de l'article 1780, a rejeté la demande de G..., par cet unique motif qu'à son entrée dans la maison L..., G... avait accepté la condition de congédiement immédiat sans indemnité, et que la loi du 27 décembre 1890 n'avait pu porter atteinte au principe de la liberté des conventions écrit dans l'art. 1134 C. Civ.;

Qu'en statuant ainsi, ledit jugement a formellement violé l'article ci-dessus visé;

Casse, etc. (2).

Cette question en a soulevé une autre. On s'est demandé s'il était également défendu de fixer à l'avance le montant de l'indemnité qui serait due pour congédiement abusif. La réponse est facile. En interdisant aux parties de renoncer à l'avance au droit éventuel de se demander des dommages-intérêts pour rupture intempestive du contrat de louage de services, le législateur a dû viser à la fois, sous peine de

(1) La loi du 27 décembre 1890, *sur le contrat de louage et sur les rapports des agents des chemins de fer avec les Compagnies*, a été insérée au Code Civil, où elle a pris la place de l'ancien article 1780.

(2) Cour de Cassation, 9 juin 1896. Sirey, 1896-1-400.

rendre ses prescriptions inefficaces, et la renonciation pure et simple à toute indemnité, et les stipulations, qu'on aurait aussitôt rencontrées dans tous les contrats de travail, par lesquelles les parties auraient à l'avance fixé une indemnité dérisoire. La loi de 1890 a entendu réserver exclusivement aux tribunaux le droit d'arbitrer, en tenant compte des éléments qu'elle énumère, si des dommages-intérêts sont dus, et le montant des dommages-intérêts. Les juges ne sont donc pas liés par la convention qui fixerait à l'avance le montant de l'indemnité à payer, en cas de rupture du contrat, soit par le patron à l'ouvrier ou employé, soit par l'ouvrier ou employé au patron, pas plus qu'ils ne sauraient l'être par une renonciation pure et simple à toute indemnité. Sans doute, si le contrat a prévu une indemnité équitable, rien n'empêchera le juge de maintenir l'estimation faite à l'avance par les parties du dommage causé par la rupture du contrat, mais il le fera en vertu de son pouvoir propre de décision, et sans que l'exécution de la clause pénale prévue par les parties puisse s'imposer à lui [1].

Il ne faudrait pourtant pas exagérer la véritable portée de la prohibition dont nous déterminons ainsi les limites. Si le nouvel article 1780 prononce la nullité des conventions par lesquelles les parties voudraient par avance supprimer ou limiter à leur guise les indemnités encourues par suite d'un congédiement illégitime, cet article ne défend pas que les parties puissent fixer à l'avance, pour le cas de résiliation, une délai-congé plus court ou plus long que le délai d'usage, et même supprimer tout délai de ce genre. Il n'y a pas contradiction, car la renonciation conventionnelle au délai de prévenance et à toute indemnité fondée sur l'inobservation de ce délai n'implique nullement qu'on renonce en même temps à l'indemnité fondée sur l'illégitimité du congé. Les tribunaux l'ont ainsi jugé. Voici une espèce : M. D...., ouvrier fileur, congédié par ses patrons, MM. Dillier et Cateau, les avait assignés devant le Conseil des Prud'hommes de Roubaix, en paiement de la somme de 90 francs pour temps perdu et une semaine de prévenance. Les patrons répondaient qu'aux termes d'un règlement affiché dans leurs ateliers et déposé, toute prévenance était supprimée dans leur établissement, tant pour les ouvriers que pour les patrons, et qu'en conséquence ils ne devaient rien à D.. . Par décision du 29 mai 1894, le Conseil des Prud'hommes refusa toute indemnité. Par arrêt du 6 novembre 1895, la Cour de Cassation a confirmé cette décision dans les termes suivants :

La Cour,

Attendu, en droit, que, si l'article 1780, § 5, C. Civ., frappe de nullité toute convention suivant laquelle les parties renonceraient à l'avance au droit éventuel de demander des dommages-intérêts dans le cas où le contrat de louage de services, qui les lie sans détermination de durée, viendrait à être résilié par la faute de l'une d'elles, il ne leur défend pas ni de fixer le délai qui devra exister entre la déclaration du congé et la cessation effective du travail, ni de supprimer tout délai de ce genre;

Attendu, en fait, que D..., ouvrier congédié, n'a articulé aucun grief contre l'usage que ses patrons ont fait de leur droit; qu'il a invoqué uniquement, à l'appui de sa demande de dommages-intérêts l'indemnité qui lui serait due « pour temps perdu et une semaine de prévenance »; d'où il suit que le Conseil des Prud'hommes a pu, sans violer la loi, rejeter la demande d'indemnité, en lui opposant un règlement d'atelier qui supprime tout délai de prévenance tant pour les ouvriers que pour les patrons;

Rejette le pourvoi..., etc. [2].

On peut considérer cette jurisprudence comme définitive. Il est facile de s'y conformer.

Louis Rachou,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LES TRAVAUX DE L'OFFICE DU TRAVAIL en 1895.

L'Office du Travail a publié dernièrement le troisième volume relatif à l'*enquête sur les salaires et la durée du travail industriel en France*. Ce tome III complète le tome II que nous avons analysé précédemment dans le *Génie Civil* [3] et termine le compte rendu des résultats de l'enquête dans les départements. Il est relatif aux quatre derniers groupes d'industries :

Industries du bois; — Industries des métaux; — Industries des terres et pierres; — Industries du transport et du commerce.

Nous ne reviendrons pas sur les conditions de l'enquête ni sur les dispositions générales de l'ouvrage, qui ont été suffisamment détaillées dans nos comptes rendus des tomes I et II, et nous nous bornerons à indiquer, aussi rapidement et aussi succinctement que possible, les remarques générales auxquelles l'enquête donne lieu pour ces quatre derniers groupes d'industries.

I. Industries du bois. — Les diverses industries qui ont pour objet le travail du bois sont, en général, toutes représentées dans chaque département et ne sont pas spéciales à certaines régions. Tout au plus peut-on dire que les fabriques de *tabletterie* et de *brosserie* sont plus particulièrement localisées dans les départements de l'Ain, de l'Ariège, de l'Eure, du Nord, de l'Oise et du Puy-de-Dôme. Ces industries peuvent se classer en deux catégories distinctes : celles qui débitent les bois et qui emploient une importante force mécanique (plus de 100 chevaux par 100 ouvriers) et celles qui façonnent les objets en bois et n'emploient pas de force mécanique ou en emploient fort peu (50 chevaux au maximum par 100 ouvriers). Les premières sont les *scieries* et *ateliers de fabrication mécanique* (charpente, carosserie, charronnerie, construction de bateaux en bois et grosse menuiserie). Les secondes sont les *menuiseries*, *ébénisteries*, *tonnelleries*, *brosseries*, *tabletteries*, *caisseries*, *chaiseries*, etc.

Le nombre de chevaux-vapeur relevé par le service des mines ne donne qu'une idée faible de l'importance du rôle des moteurs mécaniques dans ces industries, parce que beaucoup d'établissements utilisent les chutes d'eau dans les pays de montagnes, la régularité absolue du travail n'étant pas indispensable. Le personnel employé se compose surtout d'hommes, les femmes n'étant employées que dans les industries spéciales qui font les ouvrages minutieux comme les brosses, les cannes, les chaises, les instruments de musique, etc. Dans ces dernières catégories d'industries leur proportion atteint 40 % et celle des enfants 10 %. Les industries du bois travaillent rarement le dimanche. La durée moyenne de la journée de travail varie de dix heures et demie à douze heures et présente au moins deux et quelquefois trois régimes par an. Les industries qui offrent le plus d'irrégularité dans le travail et dont l'effectif varie le plus dans le courant d'une année sont les *scieries* et les *fabriques de voitures* qui travaillent surtout l'été, à cause des chutes d'eau des montagnes auxquelles elles empruntent leur force mécanique, les *tonnelleries*, qui travaillent surtout en automne, époque des vendanges, et les *menuiseries* qui suivent toutes les fluctuations des travaux du bâtiment. Les autres industries ne présentent pas de variations appréciables. Le salaire des ouvriers ne dépasse 0 fr. 40 l'heure que dans les fabriques de gros ouvrages en bois. Dans les fabriques de petits objets en bois ou dans les industries qui ne font que le finissage, ce salaire est inférieur à 0 fr. 30 et tombe même au-dessous de 0 fr. 20 dans les exploitations de liège d'Algérie où sont occupés beaucoup d'indigènes. Le salaire des femmes est, en moyenne, de 0 fr. 15. Les professions les mieux rétribuées sont celles qui se rattachent au bâtiment : charpentiers, menuisiers en bâtiments, sculpteurs, tapissiers. Les moins rétribuées sont celles qui n'exigent aucune adresse : scieurs, tourneurs, manœuvres. Cependant il faut remarquer que les ouvriers professionnels du meuble sont généralement moins bien rétribués dans les départements qu'à Paris où leur habileté leur vaut un salaire très élevé. Le travail est, en général, réglé au temps passé, excepté pour certaines opérations de finissage répétées plusieurs fois, pour lesquelles le mode de travail aux pièces est préféré.

II. Industries des métaux. — Ces industries, qui comprennent la production et le travail des métaux, sont, à l'inverse des précédentes, presque toutes localisées dans des régions spéciales. C'est ainsi que la fabrication de la fonte, du fer et de l'acier et la fonderie du fer en seconde fusion sont presque entièrement monopolisées par les départements qui produisent à la fois du minerai et de la houille : le Nord, la Loire, la Meurthe-et-Moselle, les Ardennes, la Haute-Marne, la Saône-et-Loire. La métallurgie des métaux autres que le fer est concentrée dans quelques départements seulement et principalement dans deux : l'Aveyron et le Pas-de-Calais. Les industries qui travaillent les métaux pour en faire les objets usuels sont également le plus souvent localisées et le relevé des établissements patentés, extrait des états de l'administration des contributions directes, permet d'établir approximativement leur distribution en France, comme l'indique le tableau ci-dessous :

Industries.	Départements.
Ferronnerie, quincaillerie. . .	Ardennes, Loire, Nord, Seine, Somme.
Fabriques de limes, faulx, scies.	Loir-et-Cher, Nord, Seine, Hte-Mar. e, Doubs.
Tréfilerie en fer ou laiton . . .	Orne, Seine, Eure.
Ferblanterie	Vosges, Nord.
Clouterie, pointerie	Ardennes, Loire, Haute-Savoie.
Coutellerie.	Puy-de-Dôme, Haute-Marne.
Horlogerie et instruments de précision.	Doubs, Jura, Haute-Savoie, Seine.
Chaudronnerie, construction mécanique	Loire, Rhône, Seine, Seine-Inférieure.
Construction de navires	Loire-Inférieure, Charente-Inférieure, Nord
Construction de machines à coudre.	Seine.
Polissage et tournage de menus objets métalliques.	Ain, Gironde, Jura, Loire, Nord, Oise, Seine, Rhône.

Ce sont ces diverses industries des métaux qui ont la plus forte proportion de force motrice. Le personnel employé est composé, en majeure partie, d'ouvriers professionnels ayant souvent beaucoup d'intelligence et d'habileté : lamineurs, forgerons, ajusteurs, fondeurs, mouleurs, modeleurs, traceurs, perceurs, etc.

Il n'y a que ceux qui sont employés à conduire des machines-outils et qui répètent constamment les mêmes opérations qui soient des manœuvres. Il arrive même, dans ce dernier cas, qu'ils sont souvent remplacés par des femmes ou des enfants. La proportion de ces derniers est un peu plus grande dans les départements qu'à Paris pour les in-

(1) Schaffauser. *Comment. de la loi du 27 décembre 1890*, n° 54.
(2) Cour de Cassation, 6 novembre 1895. Sirey, 1896-1-400.
(3) Voir le *Génie Civil*, t. XXVII, n° 20, p. 320.

dustries du fer et de l'acier (4 à 13 °/₀ en moyenne), mais elle est surtout forte dans la *fabrication de boutons et d'objets découpés* où elle atteint 60 °/₀. La durée du travail varie de dix heures à onze heures par jour. En général, on ne travaille pas le dimanche, excepté dans certaines *usines métallurgiques* qui ne chôment jamais. Il n'y a le plus souvent qu'un seul régime toute l'année et pas de variations d'effectif notables. Il faut excepter toutefois la *ferblanterie* qui travaille beaucoup plus en été qu'en hiver à cause de la fabrication des boites de conserves alimentaires qui s'effectue de mai à octobre. Le salaire varie de 0 fr. 35 à 0 fr. 40 pour les ouvriers et de 0 fr. 15 à 0 fr. 20 pour les ouvrières. Au point de vue professionnel, ce sont les forgerons au marteau-pilon qui sont le mieux payés (5 fr. 05 par jour); les moins rémunérés sont les ébarbeurs, les frappeurs et les manœuvres (3 fr. 35 à 3 fr. 05). Dans toutes les industries des métaux, le travail au temps et le travail aux pièces sont concurremment employés suivant le genre de travail à exécuter. Les lamineurs, les puddleurs, les forgerons, les cloutiers, sont généralement aux pièces et travaillent souvent par équipes. Les horlogers, orfèvres, bijoutiers, chaudronniers, sont le plus souvent réglés au temps passé et travaillent plutôt individuellement.

(A suivre.) E. DE RONCHAMP.

INFORMATIONS

EXPOSITION DE 1900

Comités départementaux. — Service médical. — Travaux.

Instructions aux comités départementaux. — On sait qu'un décret du 4 août 1894 a institué des comités départementaux appelés à fonctionner dans les différents chefs-lieux, et dont le rôle est, d'une part, de faire connaître dans toute l'étendue du département les actes officiels concernant l'organisation de l'Exposition et, d'autre part, de signaler les principaux artistes, agriculteurs, industriels, dont l'admission à l'Exposition semblerait particulièrement utile à l'éclat de cette solennité, et provoquer les expositions des produits agricoles, horticoles et industriels. M. Stéphane Dervillé, directeur général adjoint de l'exploitation, vient d'adresser à chacun des présidents de ces comités une circulaire dans laquelle il définit en détail leur rôle. Dans les documents annexés à cette circulaire, les exposants trouveront tout ce qu'il importe de savoir sur la gratuité des emplacements, la réduction des tarifs de transport, l'admission, l'expédition, l'installation et la réexpédition des œuvres et des produits, la gratuité de la force motrice, de l'eau, du gaz et de la vapeur, le régime des douanes, des contributions indirectes et de l'octroi, la protection des objets exposés, le catalogue général et les récompenses. L'envoi des formules de demandes d'admission, qui devront être distribuées par les comités, suivra de près cette circulaire.

M. Dervillé recommande tout particulièrement aux comités de ne rechercher, en toute chose, que les mesures susceptibles d'apporter à l'œuvre de 1900 un intérêt véritable, car, par suite de l'empressement avec lequel les pays étrangers ont répondu à l'invitation qui leur a été adressée par la France, il est à craindre que les emplacements réservés à nos hôtes ne soient trop étroits. La direction de l'Exposition estime qu'un intérêt considérable résidera dans ce fait que, d'une part, la classification générale rapprochera, autant que possible, l'agent de production des produits eux-mêmes, de telle sorte que, dans les diverses sections, on pourra suivre la transformation graduelle de la matière première, minerais, textiles, etc., et que, d'autre part, des expositions centennales viendront donner, dans chaque groupe, dans chaque classe, une idée précise du chemin parcouru durant le siècle, des progrès réalisés; elle convie donc les comités à insister sur ce point auprès des exposants dont ils rechercheront le concours.

En ce qui concerne les beaux-arts, la circulaire règle la question si controversée de la participation des arts appliqués, c'est-à-dire des arts décoratifs. Elle porte qu'il y aura, en 1900, une triple exposition des beaux-arts, soit : une exposition contemporaine (y compris l'art décoratif); une exposition rétrospective du siècle, limitée aux productions des maîtres français; enfin, une exposition historique de l'art français ancien comprenant l'ensemble de nos arts décoratifs, depuis l'origine de notre civilisation jusqu'en 1799.

Enfin, les dernières attributions des comités départementaux consisteront à provoquer et à organiser, s'il y a lieu, le groupement des produits similaires du département, à accréditer un délégué pour chaque exposition collective, et à préparer, par voie de souscription ou par toutes autres mesures, la création d'un fonds spécial pour faciliter la visite et l'étude de l'Exposition à un certain nombre de contremaîtres, d'ouvriers et de cultivateurs du département. Après avoir invité les comités à tenir des réunions périodiques, M. Dervillé conclut en faisant appel au concours des délégués pour que la France se montre à la grande manifestation de 1900 avec toutes ses ressources, et que le succès de la section française soit aussi éclatant que possible. Il faut espérer que cet appel sera entendu et que les comités départementaux, mieux stimulés, rendront plus de services que leurs devanciers de l'Exposition de 1889.

Organisation du service médical et des secours. — Placé sous la direction de M. le docteur Gilles de la Tourette, le service médical comprendra trois postes dans chacun desquels se trouveront, pendant toute la durée de la journée de travail, un médecin, un interne et un infirmier. L'un de ces postes est déjà installé au Palais de l'Industrie, les deux autres le seront prochainement. On se rendra compte de l'importance qu'est appelé à prendre ce service en se rappelant qu'en 1889 les médecins attachés à l'Exposition donnèrent, depuis le commencement des travaux, 16483 consultations aux ouvriers, 4540 aux visiteurs, et ne firent pas moins de 6685 opérations chirurgicales.

Un arrêté du Commissaire général fixe les secours ou les indemnités à allouer aux ouvriers qui contracteront des blessures ou des maladies sur les chantiers de l'Exposition. Ces secours seront largement distribués et il n'y aura que les ouvriers blessés en état d'ivresse qui, en outre des secours médicaux, ne recevront aucun secours pécuniaire.

Il sera pourvu aux dépenses du service médical et à celles des secours au moyen du prélèvement prévu de 1 °/₀ sur les décomptes des entrepreneurs. En cas d'insuffisance, le budget de l'Exposition supporterait la différence, tandis que l'excédent qui pourrait rester sans emploi à la fin de l'Exposition serait versé à l'administration de l'Assistance publique de la Seine.

Travaux. — Les travaux du tunnel reliant le chantier de l'Exposition au bas quai de la Seine et passant sous le cours la Reine sont entièrement terminés et la chaussée a retrouvé son aspect primitif. On travaille activement à l'estacade située en amont du pont des Invalides, au débouché du tunnel, et l'on vient de terminer le bâtiment destiné à recevoir les divers services des Ingénieurs des Ponts et Chaussées chargés, notamment, de la construction du pont Alexandre III. Ce bâtiment, situé à l'aval de la culée rive droite du pont, est entièrement construit en fer et comprend deux étages; il est supporté par des piliers formés de poutres en treillis et reposant sur le bas quai de la Seine, de sorte que le plancher du rez-de-chaussée se trouve à peu près au niveau du trottoir du cours la Reine.

Ajoutons en terminant que l'on annonce pour le 28 courant l'adjudication des travaux de démolition du Palais de l'Industrie. Toutefois, ces travaux ne commenceront pas immédiatement, car le palais doit encore abriter, cette année, l'exposition annuelle de la Société des Artistes français. Pour avancer sans doute la date où ces travaux pourront être entrepris, l'ouverture de cette exposition, qui n'avait lieu, les années précédentes, que le 30 avril, aura lieu, cette année, le 15 avril.

D.

Four continu pour la fabrication du ciment.

On a introduit récemment, dans les fabriques américaines de ciment, l'emploi d'un four continu rotatif destiné à la cuisson du ciment et qui fournit, paraît-il, d'excellents résultats.

On emploie comme sole un cylindre métallique à revêtement réfractaire ayant 10 mètres de longueur et 1m50 de diamètre intérieur

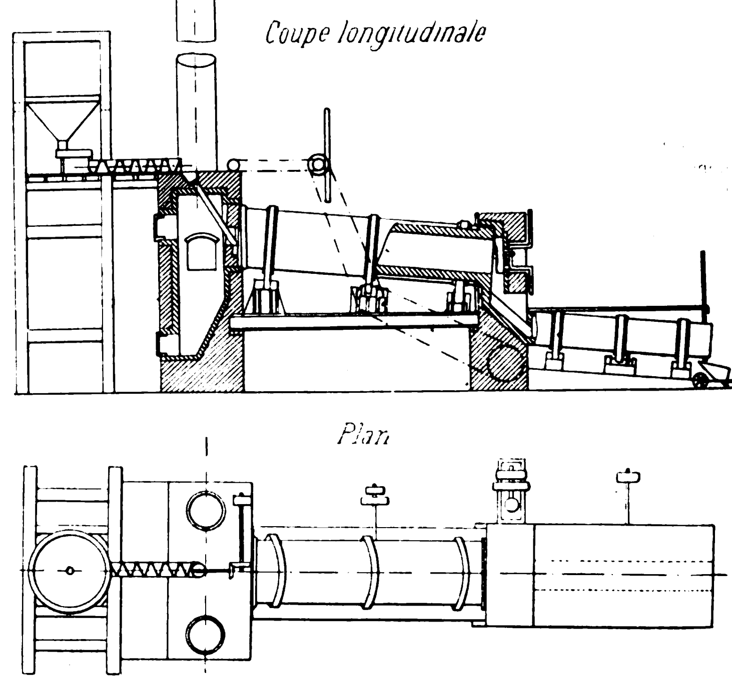


FIG. 1 et 2. — Coupe longitudinale et plan du four à ciment.

libre, et dont la chemise porte trois anneaux, les deux extrêmes servant à faire reposer le cylindre sur des galets de support et l'anneau intermédiaire étant utilisé pour lui imprimer un mouvement de rotation. Ce cylindre est légèrement incliné et son mouvement de rotation est très lent; les organes de transmission ont été calculés de telle façon qu'il accomplisse seulement une rotation complète par minute.

L'extrémité supérieure du four tournant est engagée dans la maçonnerie d'un carneau communiquant avec la cheminée; de même, la partie inférieure est enserrée dans un massif en maçonnerie dans lequel se trouve engagé, également, un brûleur à pétrole. Ce brûleur reçoit le pétrole et l'injecte très violemment à l'intérieur du cylindre

où il brûle en donnant une forte élévation de température. Un conduit ménagé dans la maçonnerie fait communiquer la partie inférieure du four tournant avec un second cylindre également rotatif et recevant son mouvement de la même transmission que le premier.

Après avoir mélangé dans les proportions voulues les matières à traiter à l'aide du mélangeur disposé à la partie supérieure de l'installation, on pousse le mélange, au moyen d'une vis d'Archimède, dans un conduit oblique qui le fait tomber à l'intérieur du four rotatif. Ce conduit, étant placé au milieu du courant des gaz chauds, se trouve maintenu constamment à une température assez élevée; il permet, par conséquent, de réchauffer lentement, avant leur introduction dans le four, les matières qui y circulent, de telle sorte qu'elles ne se trouvent pas saisies brusquement par la haute température de ce dernier, lorsqu'elles y sont introduites.

La matière en traitement circule lentement dans le cylindre de cuisson, par suite du mouvement de rotation dont il est animé; elle avance ainsi peu à peu vers l'extrémité inférieure, en subissant l'action d'une température de plus en plus élevée, qui la transforme en ciment.

A sa sortie du cylindre de cuisson, le ciment tombe dans le conduit incliné dont nous avons parlé plus haut, qui l'amène dans le deuxième cylindre où le refroidissement s'opère sous l'action d'un courant d'air.

La matière en traitement doit séjourner environ une demi-heure dans le four de cuisson, qui peut ainsi produire de 20 à 30 tonnes de ciment par 24 heures.

Les essais du croiseur anglais le « Terrible ».

Le *Terrible*, croiseur cuirassé de la marine anglaise, dont le *Génie Civil* a donné dernièrement la description (1), vient de terminer les essais officiels de recette de son appareil évaporatoire.

Rappelons que ce bâtiment comporte quarante-huit générateurs du système Belleville, et que ses machines peuvent développer une puissance de 25 000 chevaux.

Les essais ont duré quatre jours et ont donné des résultats très satisfaisants. Après un seul essai préliminaire de six heures, à 20 000 chevaux, effectué le 6 janvier, on a entrepris le lendemain un essai de trente heures, à 18 000 chevaux; la consommation de combustible n'a été que de 0kg 777 par cheval, en tenant compte de la dépense pour les machines auxiliaires, bouilleurs, dynamos, etc.

L'essai de quatre heures à 25 000 chevaux, fait le 9 janvier, a donné lieu à une consommation de 1 kilogr. La force développée a atteint la valeur de 25 500 chevaux. Le même jour, un autre essai de quatre heures à 22 300 chevaux a été effectué.

Malgré le gros temps, la vitesse moyenne, pendant l'essai de trente heures, a été de 21 nœuds. Elle a atteint 22,41 nœuds pendant l'essai à 25 000 chevaux.

Production de l'aluminium aux États-Unis.

La production de l'aluminiun aux États-Unis augmente actuellement avec une grande rapidité, ainsi que l'on peut s'en rendre compte par l'examen du tableau ci-dessous emprunté au *Polytechnisches Journal*, qui donne les chiffres de production de l'aluminium aux Etats-Unis depuis 1883 :

Année.	Production en kilogrammes.	Année.	Production en kilogrammes.
—	—	—	—
1883	38	1889	21 000
1884	68	1890	27 700
1885	119	1891	68 000
1886	1 460	1892	117 500
1887	8 160	1893	153 800
1888	8 600	1894	250 000

Enfin on peut évaluer à 387 500 kilogr. la production nette de l'année 1895. Quant à la production journalière actuelle, l'*Iron Age* l'estime égale à 2 700 kilogr., ce qui représenterait une production annuelle de 988 500 kilogrammes.

De la répartition de l'or pur dans les lingots bruts.

Les nouveaux procédés d'extraction de l'or des minerais au Transvaal conduisent à certains alliages dont l'importance, au point de vue industriel, a été quelque peu méconnue jusqu'à présent. Les lingots qui proviennent du Witwatersrand contiennent de fortes proportions de zinc et de plomb. La présence de ces bas métaux a créé, suivant M. E. Matthey, des difficultés inattendues pour le titrage exact des lingots en or pur. Par exemple, la moyenne de quatre analyses d'échantillons pris à la partie inférieure d'un lingot de 4 kilogr. a donné pour titre 0,662, tandis qu'une moyenne d'essais analogues provenant de la partie supérieure du même lingot n'a donné que 0,439.

Une seconde opération a donné lieu à dix analyses différentes qui ont montré que la teneur en or variait de 0,653 à 0,332 pour un titrage moyen de 0,576.

En dissolvant toute la masse dans de l'eau régale, le titre vrai du lingot a été de 0,614, et l'on voit que les écarts sont considérables.

Quand on fait les essais en prélevant des éprouvettes à travers le lingot, les résultats sont supérieurs au titre réel de l'alliage, de sorte qu'il y a de sérieuses difficultés pour se rendre compte de la valeur intrinsèque du métal.

En examinant des alliages d'or pur avec des quantités déterminées de bas métaux, on a trouvé qu'avec le plomb, l'or tend à s'accumuler au centre du lingot, aux dépens de la surface. Avec du zinc seul, l'or manifeste cette même tendance, quoique moins accentuée. Quand le zinc et le plomb existent tous deux dans un alliage, l'or s'assemble de préférence à l'intérieur et à la partie inférieure du lingot, tandis que la surface et la partie supérieure restent pauvres en métal précieux.

Quand ces deux bas métaux ne représentent pas plus de 30 % de l'alliage, il est possible d'obtenir un alliage homogène par l'addition de 20 % d'argent.

F. S.

Nouveau procédé pour l'extraction des métaux précieux de leurs minerais.

L'*Engineering Review* signale un nouveau procédé pour l'extraction des métaux précieux de leurs minerais au moyen du plomb fondu, qui est employé actuellement avec succès, paraît-il, à Amador City (États-Unis). La méthode employée est la suivante :

Le minerai est concassé suffisamment pour pouvoir traverser des mailles n° 30 ou 40, puis il est grillé pour en enlever l'arsenic ou l'antimoine. Encore rouge, on le jette au fond d'un récipient renfermant du plomb liquide, où il tend à monter à la surface, mais il en est empêché par une série de portes perforées placées les unes au-dessus des autres et entre lesquelles une série de bras tourne constamment.

Le minerai se trouve ainsi brassé énergiquement de telle sorte que toutes ses parties entrent en contact avec le métal liquide et, lorsqu'il est parvenu à la surface, on peut le considérer comme complètement libéré de l'or ou de l'argent qu'il détenait.

Concours de la Société de l'Industrie minérale de Saint-Étienne, en 1897.

Le Conseil d'administration de la Société de l'Industrie minérale de Saint-Etienne vient d'arrêter les conditions du concours à ouvrir, en 1897, dans chacune des trois sections de la Société : Mines, Métallurgie, Mécanique et Constructions.

Pour prendre part au concours, la seule condition exigée est de faire partie de la Société de l'Industrie minérale. Les mémoires devront être rédigés ou traduits en français et adressés au Secrétaire général de la Société, à Saint-Etienne, avant le 31 décembre 1897.

Dans chacune des trois sections, un ou plusieurs sujets seront proposés entre lesquels les auteurs pourront faire choix; un ou plusieurs prix, pouvant varier de 500 à 1 000 francs, seront attribués pour chaque section.

Le Conseil d'administration se réserve la publication exclusive des mémoires présentés au concours.

Varia.

Nominations. — MM. CHABROL, chef adjoint du cabinet du Ministre du Commerce et de l'Industrie, et COLLIN-DELAVAUD, sous-directeur de la Direction du commerce au Ministère du Commerce et de l'Industrie, sont nommés secrétaires de la Commission supérieure d'organisation chargée d'étudier les questions relatives à la participation de la France à l'Exposition de Bruxelles, en 1897.

— M. JOZON, Ingénieur en chef de 1re classe, est nommé Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

∴

Exposition centre-américaine en 1897. — En vue de faciliter aux commerçants et industriels français leur participation à l'Exposition centre-américaine, qui doit avoir lieu à Guatemala, au mois de mars prochain, la Compagnie générale Transatlantique s'est mise d'accord avec les Compagnies chargées du service au delà de Colon, et il a été convenu que l'on taxerait aux conditions habituelles les marchandises dirigées sur l'Exposition, et qu'elles seraient ramenées gratuitement au port d'embarquement, sur présentation d'un certificat du secrétaire de l'Exposition ou de tout autre fonctionnaire dûment autorisé.

∴

Chaire vacante. — Un emploi de professeur de chimie à l'École Polytechnique va se trouver prochainement vacant.

Les candidats à cet emploi sont priés de faire parvenir leur demande avant le 5 février au général commandant l'École, en y joignant un relevé de leurs services et de leurs titres.

∴

Cours spécial à l'usage des mécaniciens. — M. Gustave CHAUVEAU, Ingénieur des Arts et Manufactures, vient de créer, sous le patronage de la Fédération générale professionnelle des mécaniciens et chauffeurs des chemins de fer et de l'industrie, un cours gratuit de conduite, maniement et entretien des moteurs à gaz et à pétrole et des voitures automobiles. Ce cours doit avoir lieu tous les jeudis, à l'école communale de garçons, 10 *bis*, rue du Bourg-l'Abbé, à Paris.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 7, p. 97.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 11 janvier 1897.

Mécanique analytique. — *Sur le mouvement d'un solide dans un liquide indéfini.* Note de M. R. Liouville, présentée par M. Appell.

Physique. — *Sur la variation de la température de fusion avec la pression.* Note de M. R. Demerliac, présentée par M. Lippmann.

M. Demerliac a reconnu que la variation de la température de fusion, sous l'influence de la pression, peut être représentée par une courbe hyperbolique, et que cette variation tend vers une limite finie quand la pression augmente indéfiniment.

Physique du globe. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier 1897.* Note de M. Th. Moureaux, présentée par M. Mascart.

Chimie minérale. — *Sur la densité de l'ozone.* Note de M. Marius Otto, présentée par M. Friedel.

M. Otto, grâce à un dispositif particulier, est arrivé à déterminer directement la densité de l'ozone. Il a trouvé ainsi qu'elle est une fois et demie celle de l'oxygène, soit 1,6584.

Chimie générale. — *Décomposition des sulfates métalliques par l'acide chlorhydrique.* Note de M. Albert Colson, présentée par M. Schützenberger.

M. Colson a déjà montré que l'action du gaz HCl sec sur SO^4Na^2 sec est compliquée par l'existence de plusieurs sulfates définis, mais qu'elle se résume dans l'existence d'un certain nombre de phases de dissociations hétérogènes. Il est alors évident qu'avec un métal ne possédant qu'un sulfate défini, le phénomène se simplifiera. C'est le cas du sulfate de plomb, SO^4Pb, qui, par sa stabilité et sa fixité, se rapproche des sulfates alcalins et alcalino-terreux. M. Colson a pu ainsi constater qu'avec ce sulfate, l'acide sulfurique est déplacé par le gaz chlorhydrique. L'auteur conclut de ses recherches que :

Le déplacement d'un acide volatil par un acide fixe de même force n'est pas déterminé par la seule volatilité de l'acide gazeux. Dans la plupart des cas, il est indispensable de faire intervenir la chaleur ou le vide, absolument comme dans la volatilisation de l'eau, attendu que ces déplacements sont des phénomènes analogues aux dissociations hétérogènes et que la tension maximum à la température ordinaire est, dans ces déplacements, généralement inférieure à la pression atmosphérique.

Chimie organique. — *Éthers phosphoriques de l'alcool allylique.* Note de M. J. Cavalier, présentée par M. Troost.

Chimie industrielle. — *Sur une différence entre les levures hautes et basses.* Note de M. P. Petit.

M. Petit s'est demandé si les éléments azotés sont les mêmes pour les deux genres de levures, ou, en d'autres termes, si en fournissant à une levure un mélange d'azote amidé (asparagine) et d'azote ammoniacal (phosphate d'ammoniaque), la proportion d'azote amidé consommé serait la même, que la levure fût haute ou basse.

Il a trouvé ainsi que la composition de l'azote consommé est très différente ; en rapportant les chiffres trouvés à 100 d'azote consommé, il obtient :

	Azote ammoniacal.	Azote amidé.
Levure haute	65	35
Levure basse	86	14

La levure haute a consommé plus du double d'azote amidé que la levure basse, et, au contraire, beaucoup moins d'azote ammoniacal.

Si ce caractère est général, et de nouveaux essais permettront de le vérifier, il serait possible de caractériser une levure haute, par exemple, en comparant la proportion d'azote amidé qu'elle consomme, avec celle absorbée par une levure haute connue.

Géologie. — *Le Rhône suisse tributaire du Rhin.* Note de M. Maurice Lugeon, présentée par M. Michel Lévy.

L'examen de la topographie vaudoise paraît certifier l'hypothèse que le Rhône, en Suisse, ainsi que la Drance de Savoie, étaient, à l'époque pliocène, tributaires du Rhin.

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

Traité des industries céramiques : Terres cuites, produits réfractaires, faïences, grès, porcelaines, par E. Bourry, Ingénieur des Arts et Manufactures. — Un volume grand in-8°, de 755 pages, avec 349 figures *(Encyclopédie industrielle)*. — Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1897. — Prix : **20** francs.

Cet ouvrage fait partie de l'*Encyclopédie industrielle* fondée par M. M.-C. Lechalas, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, encyclopédie qui ne comprend encore qu'un nombre restreint de volumes, mais qui est appelée à rendre aux industriels les mêmes services que l'*Encyclopédie des Travaux publics*, fondée par le même savant, rend aux Ingénieurs.

Le *Traité des industries céramiques*, de M. Bourry, est le premier ouvrage important publié, en France, sur la céramique en général depuis le magistral *Traité des Arts céramiques* de Brongniart, dont la publication remonte à 1844. Depuis, divers auteurs, notamment Salvetat, Lejeune, Mognier, etc., se sont occupés de fabrications spéciales, mais aucun d'eux n'a traité l'ensemble des questions se rattachant aux industries céramiques et les importants progrès réalisés au cours de ce demi-siècle se trouvent disséminés dans de nombreux ouvrages. M. Bourry, qui est, d'ailleurs, un spécialiste distingué en la matière, a eu le mérite de réunir et de condenser en un seul ouvrage, toutes les connaissances que l'on possède actuellement sur cette branche de l'industrie qui occupe dans notre pays un rang fort honorable.

L'ouvrage de M. Bourry se divise en deux parties. La première est consacrée à l'exposé des principes généraux de la fabrication et de la décoration et se subdivise en sept chapitres, le premier traitant de l'étude des *matières premières* et les six autres se rapportant aux six phases de la fabrication des poteries les plus complexes : *préparation des pâtes, façonnage, séchage, glaçure, cuisson* et *décoration*. La seconde partie comprend la description des procédés spéciaux de fabrication des différentes espèces de poteries et se divise naturellement en cinq chapitres correspondant aux cinq ordres dans lesquels on peut classer les produits céramiques : *terres cuites, produits réfractaires, faïences, grès, porcelaines*. En tête de l'ouvrage se trouve une planche en couleurs comprenant les différentes teintes usitées en céramique.

Du service médical dans les travaux de construction, par le docteur Barthe de Sandfort. — Un volume in-8° raisin de 228 pages. — Édité par la Société d'éditions scientifiques, Paris, 1897. — Prix : **7 fr. 50**.

La préoccupation de la santé et du bien-être des travailleurs s'impose aujourd'hui aux Ingénieurs et aux entrepreneurs. Le médecin est appelé dans leurs conseils et devient leur collaborateur, toutes les fois qu'il s'agit, surtout, de travaux importants nécessitant l'organisation de vastes chantiers et entrainant des maniements de terre, des terrassements, des travaux d'art. Cette collaboration active et dévouée de la science médicale est plus nécessaire encore lorsque les travaux doivent s'exécuter dans des zones peu habitées, désertées par l'homme à cause de leur aridité ou de leur insalubrité. Il devient nécessaire d'organiser soigneusement le service sanitaire. C'est l'étude de cette organisation, des moyens pratiques à employer, des nécessités à satisfaire, que le docteur Barthe de Sandfort expose dans cet ouvrage que consulteront avec fruit tous ceux qui s'occupent de grandes entreprises de travaux publics.

Tables de l'intérêt composé, des annuités et de l'amortissement, par Eugène Pereire, quatrième édition. — Un volume in-4° de xxxii-155 pages. — Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1896. — Prix : **10** francs.

La maison Gauthier-Villars vient de publier une quatrième édition de l'utile et important ouvrage que M. Eugène Pereire, membre du Conseil de perfectionnement de l'École Centrale des Arts et Manufactures, président de la Compagnie générale Transatlantique, a consacré aux calculs de l'intérêt composé, des annuités et de l'amortissement.

L'auteur commence par rappeler les formules prises pour base de la construction des Tables et les principes fondamentaux sur lesquels il s'appuyé pour les calculer. Il étudie successivement les questions suivantes : intérêt composé ; annuités diverses et recherche du taux ; emprunts ; construction d'un tableau d'amortissement ; parités des valeurs. Après un chapitre relatif à la nomenclature et à l'explication des tables contenues dans l'ouvrage, viennent un certain nombre d'exemples de calcul d'intérêts composés, d'annuités constantes, d'annuités variables, etc.

La partie la plus importante du volume est celle consacrée aux Tables proprement dites. Ces Tables, très pratiques et qui n'exigent que des connaissances élémentaires d'arithmétique, seront d'une grande utilité à toutes les personnes qui ont à s'occuper des différentes opérations dont nous venons de parler.

Manuel du Microscope à l'usage du débutant, par le docteur Albert Miquet. — Un volume petit in-8° de 56 pages. — Édité par la Société d'éditions scientifiques, Paris, 1897. — Prix : **1 fr. 50**.

L'auteur de ce manuel s'adresse aux jeunes étudiants ainsi qu'aux praticiens qui cherchent à se perfectionner dans leur art et à profiter de tous les moyens d'investigation scientifique pour porter un diagnostic sûr et précis et conseiller, par suite, une thérapeutique rationnelle et efficace. Aujourd'hui que le microscope a sa place marquée dans tout cabinet de médecin, il est indispensable que tout praticien sache s'en servir pour examiner les crachats, les sédiments de l'urine, le pus, le sang, etc.

De nombreuses figures complètent le texte et des annotations définissent tous les termes qui pourraient embarrasser le lecteur.

Le Venin des Serpents, Physiologie de l'envenimation, Traitement des morsures venimeuses par le sérum des animaux vaccinés, par le docteur A. Calmette, Directeur de l'Institut Pasteur de Lille, médecin principal du Corps de santé des Colonies, ancien directeur de l'Institut bactériologique de Saïgon. — Un volume in-8° de 72 pages. — Édité par la Société d'éditions scientifiques, Paris, 1896. — Prix : **3** francs.

Dans cette intéressante brochure le docteur Calmette, dont la compétence en la matière est très grande, a réuni les principaux résultats des recherches qu'il poursuit depuis plusieurs années sur le venin des serpents et sur le traitement des morsures venimeuses par le sérum des animaux vaccinés. Ces recherches, très fécondes, ont été effectuées en grande partie et sous la direction du docteur Roux, à l'Institut Pasteur. Elles ont permis à leur auteur de fixer les bases d'une méthode thérapeutique précise, dont l'application à l'homme s'impose désormais.

Les Transformateurs d'énergie électrique, par P. Dupuy *(Bibliothèque électrotechnique)*. — Un volume in-8° de 450 pages avec 149 figures dans le texte. — J. Fritsch, éditeur, Paris, 1896. — Prix : broché, **7** francs ; cartonné, **7 fr. 50**.

Chaque branche de l'électricité a donné lieu à des livres originaux et documentés : les générateurs d'énergie électrique, les appareils de distribution, d'utilisation, ont leur histoire et leur étude bien établies Cependant l'étude des transformateurs d'énergie électrique n'est relatée que dans des mémoires ne traitant, en général, qu'un point spécial de la question.

M. P. Dupuy a tenté de combler cette lacune. Deux noms sont souvent cités dans le cours de son ouvrage : Fleming et Swinburne Ces savants se sont, en effet, constitués les champions de deux systèmes de transformateurs : le premier recommande l'emploi des transformateurs à circuit magnétique fermé ; le second, celui des transformateurs à circuit magnétique ouvert. Malgré de nombreuses controverses, cette question n'est pas complètement résolue.

Le livre de M. Dupuy est divisé en trois parties :

1° Les transformateurs à courants alternatifs ordinaires ;

2° Les transformateurs à courants alternatifs polyphasés et les transformateurs polymorphiques ;

3° Les accumulateurs.

L'auteur donne brièvement la description des transformateurs eux-mêmes et s'attache plus spécialement à l'étude de leur rendement et des résultats qu'ils ont fournis dans la pratique.

Le Gérant : **H. Avoiron.**

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 13. **N° 764.** Samedi 30 Janvier 1897.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Tramways**: Tramway électrique souterrain de Budapest *(planche XIII)*, p. 193; Rudolf Zerner. — **Électricité**: Transmission de la puissance motrice à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer *(suite)*, p. 196; G. Dumont et G. Baignères. — **Mines**: L'or dans l'Australie occidentale, p. 199; F. Schiff. — **Hygiène**: Nouveau filtre à grand débit et à nettoyage rapide, p. 202. — **Études économiques**: Les travaux de l'Office du Travail en 1895 *(suite et fin)*, p. 204; E. de Ronchamp. — **Correspondance**: Mesures propres à éviter les coups d'eau dans les machines à vapeur, p. 205; Henri Richard. — Tramways électriques de Rouen, p. 205; Chaligny et Cie. — **Informations**: Travail produit par 1 kilogr. de charbon dans les navires à vapeur, p. 205; — Zinc électrolytique, p. 206; — Faisceaux tubulaires à vaporisation rapide, p. 206; — Exposition internationale de Bruxelles, p. 206; — Exposition universelle de 1900: Adjudication des fondations du pont Alexandre III, p. 206. — Varia, p. 206.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils, séance du 15 janvier 1897, p. 207. — Académie des Sciences, séance du 18 janvier 1897, p. 207.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 208.

Planche XIII: Tramway électrique souterrain de Budapest.

TRAMWAYS

TRAMWAY ÉLECTRIQUE SOUTERRAIN DE BUDAPEST

(Planche XIII.)

Historique. — La question de l'établissement d'une ligne de tramways joignant le centre de Budapest au bois-promenade qui constitue le rendez-vous favori des habitants de cette ville, était depuis longtemps à l'étude, surtout après la construction de la belle rue Andrassy, que l'on songea immédiatement à emprunter pour l'installation de cette ligne.

Le projet primitif d'un tramway à chevaux fut repoussé, le 3 mars 1882, par le ministre de l'Intérieur. Plusieurs années se passèrent alors sans qu'on donnât suite à cette idée. Ce ne fut que plus tard, que le succès des installations de chemins de fer électriques faites par la maison Siemens et Halske pour desservir d'autres points de Budapest, ramena en faveur la question d'un tramway analogue le long de la rue Andrassy. La première ligne de ce genre, longue de 2km5, réunissait les deux gares de la ville; la prise de courant était souterraine. Elle fut mise en service au mois de juillet 1889 (1). Quelques mois après, une seconde section, analogue à la première, fut ouverte le long de la rue Podmaniezky jusqu'au bois (voir le plan, fig. 2); sa longueur était de 3km5. Peu de temps après, une troisième ligne, de 3km1, desservait le Ring.

Les avantages du type commun choisi pour ces trois sections, à savoir l'emploi d'une prise de courant souterraine, déterminèrent l'adoption du même principe pour le tramway dont on voulait doter la rue Andrassy. Le 18 février 1893, deux Sociétés budapestoises présentèrent en commun un projet et demandèrent l'autorisation d'établir une ligne de tramways électriques à conducteur souterrain du système Siemens et Halske, partant de la place Gisella, et longeant le boule-

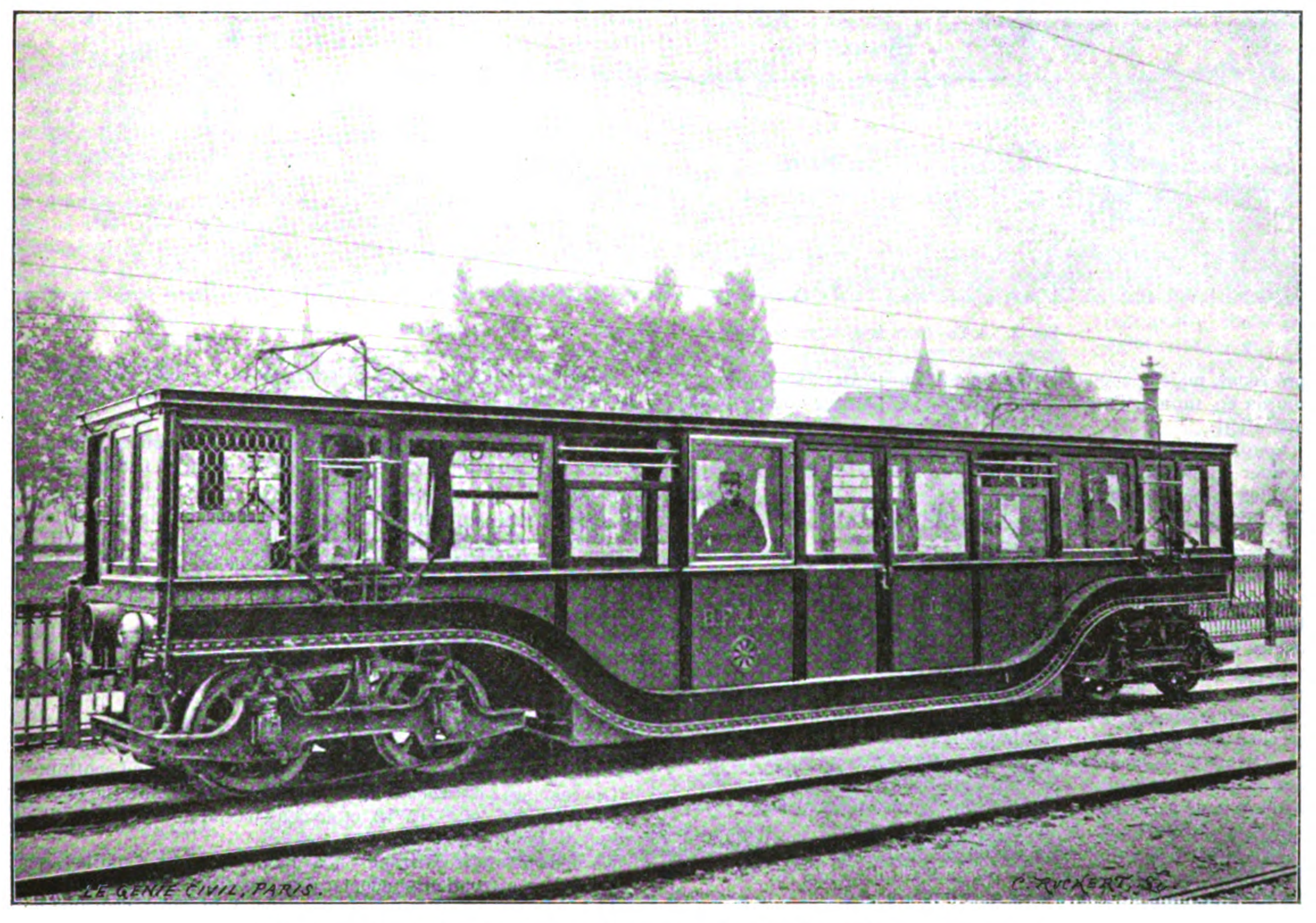


Fig. 1. — Tramway électrique souterrain de Budapest : Vue d'une voiture et de son moteur.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVI, n° 13, p. 204.

vard Waitzner et la rue Andrassy, pour se terminer dans le bois (fig. 2 du texte). Le ministre de l'Intérieur refusa de donner l'autorisation demandée; sa décision, en date du 26 juillet 1893, était ainsi motivée (1) : « En principe, quand la rue Andrassy a été créée, l'idée d'y établir ensuite une ligne de tramways a été exclue formellement. Seul, un puissant motif d'intérêt général pourrait provoquer la violation de ce principe. Invoquera-t-on le besoin de favoriser l'accès du bois aux promeneurs? Mais plusieurs autres voies les y conduisent aussi aisément. Quand bien même l'intérêt exigerait la création d'une nouvelle ligne de tramways pour desservir le parc, le choix de la rue Andrassy serait mal fondé, car on compromettrait ainsi gravement la sécurité publique. Le vœu du fondateur de la rue Andrassy a été de doter la ville de Budapest d'une belle voie, agréable pour la promenade. L'encombrement qu'y occasionne non seulement la circulation des voitures, mais aussi celle des piétons, y est tel à certains moments, et prend une extension si rapidement croissante, surtout aux extrémités de la rue et devant l'Opéra, qu'il serait à la fois insupportable et imprudent de l'aggraver par la création d'une ligne de tramways, qui rendrait la circulation presque impossible. »

Le ministre déclare enfin dans son décret que le projet de construction d'un tramway *sur* la rue Andrassy doit être considéré comme rejeté définitivement.

Devant cette décision, les deux Sociétés réunies s'occupèrent alors de préparer un projet de tramway électrique *à voie souterraine*, élaboré par la maison Siemens et Halske; le trajet était identique au laisser au-dessous de lui (voir le profil en long, fig. 1, pl. XIII). Quant à l'épaisseur du plafond, elle est déterminée par les dimensions des poutres qui le soutiennent. Ces poutres (fig. 3, 4 et 5, pl. XIII) sont supportées par des colonnes espacées de 4 mètres, placées dans l'axe du tunnel, entre les deux voies. Au-dessous du pavage en bois, l'épaisseur du plafond est égale à 0m 70; elle est de 0m 80 au-dessous du pavage en pierres.

La largeur totale du tunnel est de 6 mètres; elle permet de laisser entre les parois et chaque voiture un intervalle de 0m 28, et entre celle-ci et la rangée des colonnes, une distance de 0m 30. Dans les courbes, on a adopté une hauteur et une largeur un peu plus grandes, afin de tenir compte de l'inclinaison prise par les voitures.

L'épaisseur de la fondation du tunnel sous les colonnes est de 1 mètre, ce qui donne, pour hauteur totale comprise entre le sommet du pavage de la rue et l'assise de la maçonnerie de l'ouvrage, 4m 45 dans les parties correspondant au pavage en bois, et 4m 55 dans celles qui correspondent au pavage en pierres. Exceptionnellement, à l'extrémité de la rue Andrassy, le tunnel traversant un terrain humide, la semelle a été renforcée de 0m 50, sur une certaine partie de sa longueur, ce qui porte en cet endroit à 4m 95 la profondeur de la fondation (sous pavé de bois). Quant aux parois en maçonnerie, elles ont une épaisseur de 1 mètre à la base; cette épaisseur va en diminuant jusqu'au plafond, au niveau duquel elle est réduite à 0m 60. Sous les voies, la semelle a 0m 45 de hauteur; au milieu, elle est renforcée de 0m 60 pour supporter la pression des colonnes.

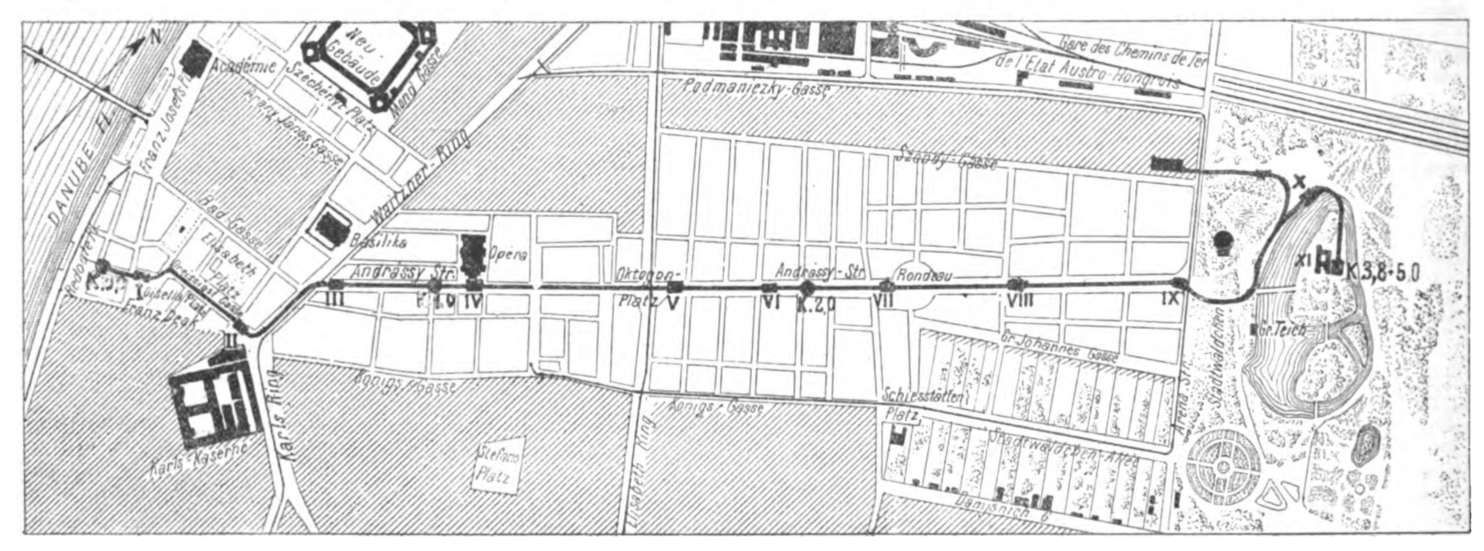


Fig. 2. — Tramway électrique souterrain de Budapest : Plan de situation et tracé du parcours.

précédent, mais le boulevard Waitzner et la rue Andrassy étaient parcourus en tunnel. Ce projet fut soumis le 22 janvier 1894 à l'Administration.

Comme le tramway devait, en cas d'approbation, être prêt à fonctionner à tout prix pour l'Exposition du Millénaire, en 1896, les formalités furent poussées rapidement et, le 9 août 1894, la concession fut donnée. Le 13, on commençait les travaux d'exécution.

Description du tracé et construction de la voie. — Le parcours de la ligne du tramway électrique souterrain de Budapest est indiqué sur le plan ci-joint (fig. 2). Il est à double voie sur toute son étendue. La ligne commence, en tunnel, près du quai du Danube, à l'un des angles de la place de la Redoute, et son développement, jusqu'à la station terminale, est de 3 700 mètres. Elle est accessible aux voyageurs par onze stations dont les neuf premières sont en souterrain, et les deux autres, dans le bois, sont à niveau. La partie en tunnel cesse, en effet, à l'entrée du parc, où le profil se relève brusquement (fig. 1, pl. XIII) pour laisser émerger le tramway. Au voisinage de la station X (jardin zoologique), la ligne se bifurque pour donner naissance à une voie de garage qui aboutit à une remise où se trouve installé le service d'entretien et de nettoyage des voitures.

L'écartement des rails est celui de la voie normale des chemins de fer, 1m 435. La rampe maximum est de 20 centimètres par mètre. Le rayon minimum des courbes est de 40 mètres.

Construction du tunnel. — Pour déterminer le tracé de la partie de la ligne en souterrain, on s'est proposé avant tout de placer le niveau du rail à la profondeur la plus faible possible au-dessous du pavage de la rue. La cote du rail est donc fixée par l'épaisseur qu'il convient de donner au plafond et par la hauteur adoptée pour la lumière du tunnel. Cette hauteur, à partir du rail, a été prise égale à 2m 75; elle s'est trouvée limitée à cette valeur par suite de l'existence du grand canal qui, à la place de l'Octogone, croise la rue Andrassy; il était impossible de déplacer cet ouvrage, et le tunnel devait le

(1) *Zeitschrift des œsterreichischen Ingenieur-und-Architekten-Vereines*, 4 janvier 1895.

Disposition des voies. — La distance entre les axes des deux voies est de 3m 20; chaque voiture ayant une largeur de 2m 25, on dispose d'un espace libre de 0m 95, qui permet aux agents de la voie de se garer, s'ils se trouvent surpris entre deux voitures qui se croisent.

Sous les rails, se trouve une épaisseur de 0m 40 de ballast.

Constitution du plafond. — Les colonnes, espacées de 4 mètres dans l'axe du tunnel, supportent une poutre jumelée longitudinale, formée de deux fers à double T d'une hauteur de 0m 320 (fig. 5, pl. XIII) sous le pavage en bois, et de 0m 350 sous le pavage en pierres. La longueur de ces poutres est de 4 mètres, le joint correspondant à l'axe de chaque colonne.

Au-dessus de ces poutres longitudinales, sont disposées deux files de poutres transversales s'appuyant sur les premières et sur chacune des parois du tunnel; elles sont formées également de fers à double T, et la distance entre deux poutres consécutives est de 1 mètre. Leur hauteur est variable et dépend de la charge qu'elles ont à supporter; elle est de 300, 320 ou 350 millimètres. Des voûtes en béton forment remplissage entre ces poutres et constituent un plafond continu.

Les colonnes placées dans l'axe du tunnel sont formées de deux fers en U accolés de 160/8, 65/12, et de deux flasques de fers plats de 200/8 (fig. 3 du texte).

En deux endroits différents on a dû modifier les conditions générales de la construction et adopter des dispositions spéciales :

1° Au croisement de la voie souterraine et du canal principal de la « Ringstrasse ». A ce point, pour éviter une pente trop forte, il a fallu diminuer la hauteur du plafond; la réduction a porté sur les poutres transversales de 300 millimètres, qui ont été remplacées par des poutres rivées de 220 millimètres;

2° A la tête de la ligne, rue de la Redoute, pour pouvoir relier les deux voies par un aiguillage, il a fallu supprimer les colonnes et franchir par une seule travée de 6 mètres la largeur totale du tunnel. On a employé, pour cela, des poutres rivées de 0m 50 de hauteur, distantes de 3 mètres l'une de l'autre; entre ces poutres, on a placé des fers en I de 0m 30 de hauteur, dans le sens longitudinal. C'est sur ces derniers qu'on a fait reposer la couche de béton.

Pour le calcul des dimensions des colonnes et des poutres, le ministre du Commerce a prescrit qu'elles devaient supporter la charge d'un chariot de 16 tonnes, à deux essieux distants de 3 mètres, les roues étant distantes elles-mêmes de $1^{m}50$. Dans les parties situées au-dessous du boulevard Waitzner et de quelques croisements de rues où circulent exceptionnellement des véhicules beaucoup plus lourds,

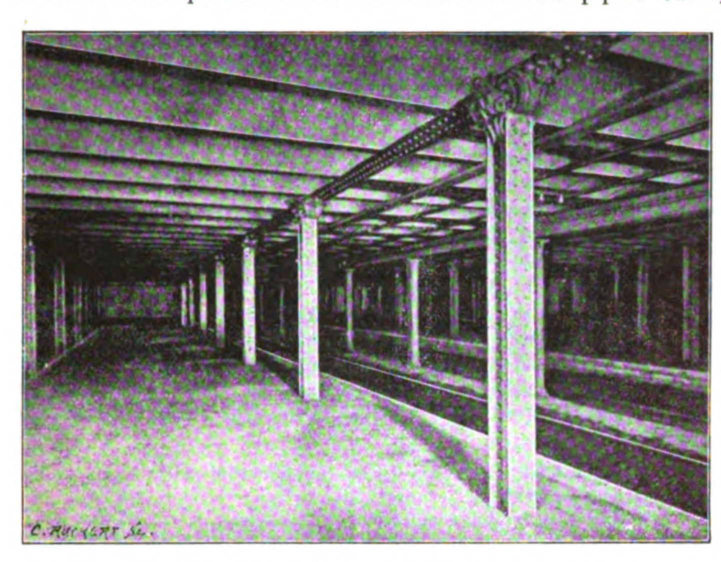


FIG. 3. — TRAMWAY ÉLECTRIQUE SOUTERRAIN DE BUDAPEST : Vue intérieure d'une station en tunnel.

l'ouvrage devait résister à la charge d'un chariot de 24 tonnes, à essieux distants de 4 mètres et à roues écartées de $1^{m}60$.

Au-dessus du béton formant voûtes entre les poutres transversales, on a disposé un lit de béton maigre d'une épaisseur atteignant 10 centimètres au milieu de la rue, et réglant la pente transversale nécessaire (fig. 3 et 5, pl. XIII).

La surface ainsi créée est recouverte elle-même d'une couche d'asphalte de 20 centimètres de hauteur, afin d'empêcher l'infiltration de l'eau. Cette couche imperméable est constituée par des feuilles de feutre asphalté de $0^{m}80$ de largeur, que l'on déroule en travers du plafond du tunnel, et que l'on étend jusqu'à $0^{m}50$ au delà des parois, de chaque côté. Ces feuilles sont enduites, sur leur face inférieure, d'asphalte très chaud, et on les colle à la surface du béton. Les feuilles successives se recouvrent sur une largeur de 10 centimètres. On coule sur le plancher ainsi constitué une mince couche d'asphalte chaud qui imprègne les feutres, et on recouvre finalement de sable.

Canalisation du tunnel. — Comme nous venons de le voir, le tramway électrique souterrain est protégé par un manteau d'asphalte contre les infiltrations d'eau venant de la surface; il est mis à l'abri des eaux souterraines, dans les régions où il traverse des terrains humides, par l'augmentation d'épaisseur de la couche de béton qui constitue la semelle inférieure.

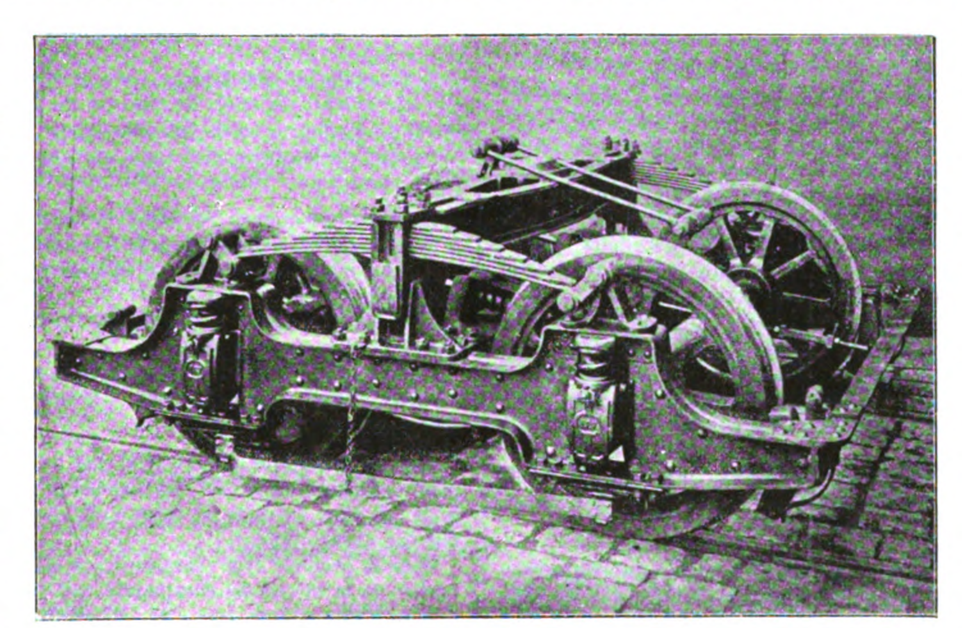


FIG. 5. — TRAMWAY ÉLECTRIQUE SOUTERRAIN DE BUDAPEST : Vue de l'un des moteurs à 4 pôles actionnant les voitures.

En outre de ces précautions, on a ménagé dans le béton, sous chacune des voies, un canal en ciment, à section circulaire de $0^{m}25$ de diamètre. Les eaux qui peuvent éventuellement s'y rassembler s'écoulent dans des réservoirs installés dans les stations, où de petites pompes électriques les remontent à la surface, s'il en est besoin.

STATIONS. — Les stations du tramway électrique souterrain de Budapest sont construites d'après un type analogue à celui qui a été adopté à Londres et à New-York pour les voies ferrées en tunnel : dans le souterrain, de chaque côté des voies, on a créé un passage de largeur variant entre 3 et 8 mètres, et long de 24 à 32 mètres, selon l'importance de la station (fig. 3 du texte). Chacun de ces passages dessert donc uniquement la direction correspondant à la voie la plus proche; ils sont mis en communication avec les pavillons d'entrée, construits sur la rue, par des escaliers de $1^{m}90$ à $2^{m}50$ de largeur, suivant l'espace dont on dispose et le trafic de la station (fig. 2, pl. XIII).

La vue ci-dessous (fig. 4) montre les pavillons qui permettent l'accès de la station I, place Gisella. Ces pavillons, ainsi que ceux de la station V, à la place de l'Octogone, sont construits en granits multicolores. Les pavillons des autres stations sont de construction plus simple, et sont exécutés en fer. Devant l'Opéra, on les a supprimés, afin de ne pas masquer la vue du monument.

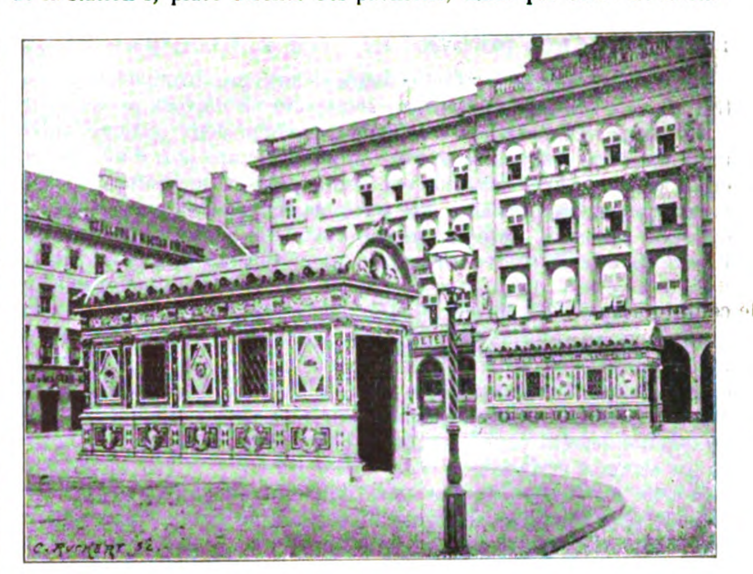


FIG. 4. — TRAMWAY ÉLECTRIQUE SOUTERRAIN DE BUDAPEST : Pavillons d'accès de la station de la place Gisella.

SUPERSTRUCTURE. — Les rails sont du système Vignole; ils ont 9 mètres de longueur, 115 millimètres de hauteur, et pèsent $24^{kil}200$ par mètre courant. Les traverses sont en fer, et les rails sont reliés par un éclissage spécial que montrent les figures 6 et 7 (pl. XIII). Les figures 8 et 9 montrent le mode de fixation des rails sur les traverses. Grâce à cette disposition de la voie, le parcours se fait presque sans chocs.

Installation de la force motrice et des conducteurs. — *Station des machines.* — Dans la station des machines motrices, fonctionnent deux machines à vapeur compound, à condensation, alimentées par quatre chaudières ayant chacune une surface de chauffe de 276 mètres carrés.

Chaque machine à vapeur actionne une dynamo Siemens à pôles intérieurs, qui fournit un courant de 300 volts et de 1 100 ampères, pouvant s'élever jusqu'à 1 400 ampères.

Transmission électrique. — Des câbles souterrains isolés, en fer, partent du tableau de la station centrale et vont à la station du tramway la plus proche, c'est-à-dire à celle de l'Octogone. L'un de ces câbles porte le courant destiné à actionner le tramway; un autre sert à l'éclairage des stations et à la commande des appareils de block de la voie; un troisième transmet le courant qui actionne les téléphones.

Dans cette même station, sont placés les moteurs du tramway électrique à niveau et à prise de courant souterrain qui croise en ce point la rue Andrassy.

Pour pouvoir accoupler, dans la station centrale, les dynamos qui fournissent le courant au tramway souterrain avec celles qui le fournissent au tramway à niveau, les conducteurs d'aller et de retour du courant du premier sont installés le long de la voie, sur des isolateurs, et on n'emploie pas les rails comme conducteurs de retour.

Chacune des deux voies du tramway souterrain est ainsi alimentée

par une paire de câbles partant de la station centrale; ces câbles, de 500 millimètres carrés de section, sont en cuivre. Les câbles qui transmettent le courant nécessaire à l'éclairage et à l'installation du block, sont également en cuivre, et ils ont 150 millimètres carrés de section.

Tous ces conducteurs sont établis au plafond du tunnel.

L'éclairage des stations se fait au moyen de lampes de 100 volts, mises en série trois par trois.

Installation du block. — Conformément aux prescriptions administratives, les voitures du tramway souterrain ne doivent pas se suivre à des distances inférieures à celles qui séparent deux stations; autrement dit, il ne doit pas se trouver en même temps plus d'une voiture entre deux stations consécutives. Pour pouvoir se conformer à ces prescriptions, on a installé, à la sortie de chaque station, des signaux optiques actionnés automatiquement par les voitures elles-mêmes. Près de la voie se trouve un commutateur mû par une pédale en fer fixée à la voiture. Dès que celle-ci, en quittant une station, passe sur le commutateur, les lampes à incandescence du signal envoient une lumière rouge et protègent ainsi la voiture qui vient de partir; en même temps, à la station précédente, un feu blanc apparaît au signal correspondant, indiquant que la voie est libre. En troisième lieu, à la station suivante, une petite lampe à incandescence à feu rouge entre en fonctionnement pour indiquer qu'une voiture est en route et ne va pas tarder à arriver.

Si cette installation vient à faire défaut accidentellement, on emploie le téléphone dont se trouve munie chaque station, pour signaler la position des voitures.

Voitures (fig. 12, 13 et 14, pl. XIII). — Afin de donner aux voitures une plus grande section transversale, on a utilisé le mieux possible l'espace disponible dans la section du tunnel, et elles le remplissent presque complètement, ne laissant en-dessus et latéralement que l'espace strictement nécessaire. Cet espace libre est de 0m15 sous le plafond, 0m10 au-dessus du niveau supérieur du rail, 0m28 près des parois du tunnel, et 0m95 entre deux voitures qui se croisent.

La voiture proprement dite (fig. 12, pl. XIII, et fig. 1 du texte) est suspendue entre les deux moteurs placés aux extrémités. Ces moteurs (fig. 5 du texte) sont à quatre pôles. Au-dessus des dynamos, sont établis les leviers de frein et de mise en marche, ainsi que le siège du mécanicien. La partie des voitures qui reçoit les voyageurs repose sur deux longerons, dont le bord inférieur est à 0m10 seulement du rail; ils se relèvent, aux extrémités, à la hauteur de 0m70, pour venir s'appuyer sur les flasques des deux chariots qui portent le mécanisme moteur. Le plancher intérieur de la voiture est au niveau du bord supérieur des longerons, dans leur partie centrale. Le pas à franchir pour entrer, du bord du quai des stations dans la voiture, n'est ainsi que de 0m15. La hauteur intérieure est de 2m25 dans l'axe, et la largeur de 2m25 également, dont 2m05 utilisables à l'intérieur.

Deux parois transversales séparent les voitures en trois compartiments: le compartiment central, qui est aussi le plus spacieux, est accessible directement du dehors; les compartiments extrêmes, qui communiquent seulement avec le compartiment central, sont réservés aux dames et aux personnes désireuses d'éviter le voisinage des fumeurs. Chacun de ces compartiments extrêmes a une longueur de 1m45, et contient sept places (fig. 14, pl. XIII). Le compartiment central, pour les fumeurs, a 4m52 de longueur et peut recevoir quatorze voyageurs assis et quatorze debout; il est desservi par deux portes, l'une pour l'entrée, l'autre pour la sortie. Chaque voiture peut donc transporter vingt-huit voyageurs assis et quatorze debout.

La longueur d'une voiture est de 11 mètres entre tampons, et sa hauteur totale est de 2m65. Son poids total est de 15 tonnes.

La ventilation à l'intérieur d'une voiture est obtenue au moyen d'un ventilateur électrique qui ne fonctionne que pendant les temps d'arrêt aux stations. Sa mise en marche et son interruption sont automatiques.

Le service d'exploitation dispose de 20 voitures, dont 14 se trouvent en voyage simultanément, ce qui permet de les faire suivre à 2 minutes d'intervalle seulement l'une de l'autre.

Résultats d'exploitation. — L'exploitation du tramway électrique souterrain de Budapest a été inauguré le 2 mai 1896, à l'occasion de l'ouverture de l'Exposition du Millénaire. Le service commence à 6 heures du matin et dure jusqu'à 1 heure de la nuit.

Les chiffres suivants résument les résultats d'exploitation obtenus jusqu'au mois d'octobre 1896 :

Mois.	Voyageurs tranportés.	Nombre de kilomètres parcourus par les voitures.
—	—	—
Mai	469 846	50 320 »
Juin	581 339	76 730,6
Juillet	373 718	77 115,4
Août	383 927	88 259,8
Septembre	453 110	77 256 »
TOTAL	2 261 940	369 681,8

Le plus grand trafic a été obtenu le 7 juin, la veille du jour où a défilé dans la ville le cortège historique de l'Exposition. Ce jour-là, le tramway a transporté 34 520 voyageurs et a effectué 2 612km2.

Frais de construction. — Au commencement des travaux, une dépense de 3 600 000 florins était prévue, dont 210 000 florins pour les voitures, et 100 000 florins constituant le fond de réserve. Avec cette somme, on est parvenu à mener le projet à bonne fin, malgré l'obligation d'exécuter, au cours de la construction, certains travaux qui n'étaient pas prévus. Le projet a été élaboré par la maison Siemens et Halske, qui a fait aussi toutes les installations électriques.

Clauses principales du contrat. — La concession est faite à la Société qui exploite le tramway électrique souterrain est pour une durée de 90 ans, à partir du jour de l'inauguration; mais la ville de Budapest se réserve le droit d'acquérir le droit d'exploitation en 1940, époque à laquelle expire la concession octroyée pour le tramway électrique à niveau et à prise de courant souterraine, à la condition d'annoncer sa décision deux années au moins à l'avance.

Le tarif maximum établi pour un voyage est fixé à 10 *kreutzer* (0 fr. 24) pendant les 15 premières années de l'exploitation; plus tard, la municipalité s'est réservé le droit d'abaisser cette taxe.

Au bout de 20 années de fonctionnement, la Ville touchera, sur les revenus bruts du tramway, un tant pour cent variant de la façon suivante :

Pendant les 10 premières années qui suivront cette période de 20 ans	1 °/o
Pendant les 10 années suivantes	2 °/o
— —	3 °/o
— —	4 °/o
Puis, au delà de ce terme, et jusqu'à la fin de la concession	5 °/o

Pendant les 25 premières années, la municipalité est tenue de n'accorder aucune autre concession ayant pour objet l'établissement d'un système de transport, quel qu'il soit, entre l'intérieur de la ville de Budapest et le Bois.

Rudolf ZERNER,
Ingenieur,
Ancien élève de l'École Polytechnique de Zurich.

ÉLECTRICITÉ

TRANSMISSION DE LA PUISSANCE MOTRICE
à l'aide de l'électricité
aux engins des gares de chemins de fer.

(Suite [1].)

3° **Cabestans de 400 kilogr.** — *Programme.* — Les cabestans doivent pouvoir fournir un effort de traction de 265 kilogr. sur une gorge de 0m60 de diamètre, ou de 400 kilogr. sur une gorge de 0m40.

L'arbre du tambour doit faire environ 44 tours par minute, ce qui correspond à une vitesse de translation de 1 mètre sur la petite gorge.

Appareil hydraulique. — Dans les cabestans hydrauliques installés à la gare de Paris-Saint-Lazare, le tambour est claveté sur un arbre vertical coudé actionné par un moteur hydraulique à trois cylindres convergents.

La mise en marche et l'arrêt sont produits en appuyant sur une pédale et en cessant la pression.

L'ensemble est enfermé dans un cuvelage en fonte et tourne autour de deux tourillons, ce qui permet le renversement pour la visite et le nettoyage.

Appareil électrique. — Dans le cas de l'emploi de l'électricité, on peut avoir recours à l'un des dispositifs suivants, qui ont été appliqués, et dans lesquels la commande de la cloche à arbre vertical se fait par électromoteur.

Dans le premier type (construit par MM. Scott et Mountain) (fig. 1), l'arbre de la cloche est commandé par vis sans fin.

Dans le deuxième type (fig. 2) (construit par MM. Humpidge et Snoxell), un arbre intermédiaire est commandé par roues droites et actionne l'arbre de la cloche par pignons d'angles.

Dans le troisième type (fig. 3) (type Nord, M. Hillairet, constructeur), l'arbre de la cloche porte une couronne dentée et traverse un moteur à deux anneaux qui actionnent deux pignons coniques. Ceux-ci entraînent la couronne dentée.

La figure 4 donne le schéma de la solution proposée. L'appareil est une modification du deuxième type (fig. 2) qui a pour but de ramener le moteur sous le pivot de la cloche et d'obtenir ainsi un ensemble symétrique et facilement renversable pour la visite et les réparations.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XXX, n° 9, p. 132; n° 10, p. 149; n° 11, p. 162; n° 12, p. 181.



La disposition que nous proposons satisfait au programme imposé et permet d'obtenir un meilleur rendement que la solution adoptée

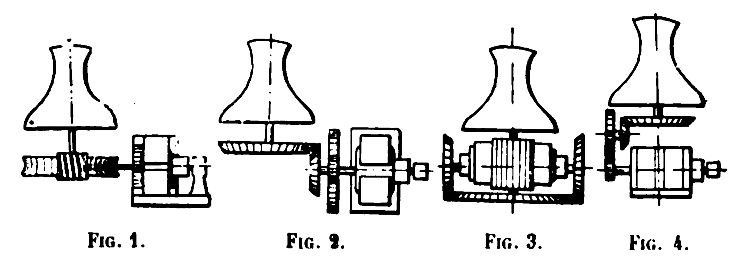


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

par MM. Scott et Mountain ; de plus, elle n'exige pas un moteur double, de forme spéciale, comme dans le type Nord.

La figure 5 représente les dispositions principales du cabestan à

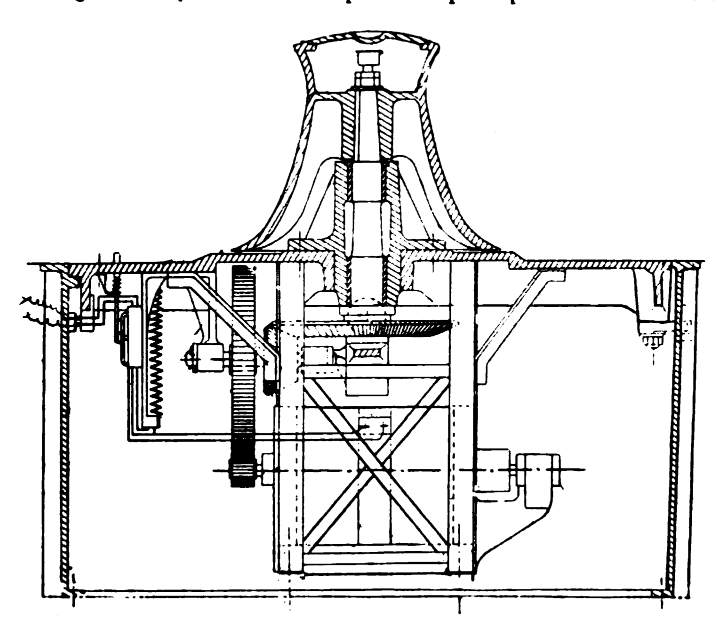


Fig. 5. — Cabestan à commande électrique.

commande électrique qui pourrait être substitué au cabestan hydraulique de la gare Saint-Lazare.

Nous avons conservé :

Le mode de fixation de la cloche sur son arbre ;

La commande des manœuvres par une pédale qui, dans ce cas, actionne directement un interrupteur à rhéostat de démarrage pour la mise en marche, et la ramène automatiquement à l'arrêt dès que le pied abandonne la pédale.

On a prévu l'emploi d'un moteur Shunt dont la vitesse est constante et avec lequel le travail dépensé est proportionnel au travail produit.

Dans ces conditions, une seule gorge suffit.

La prise de courant se fait par des contacts fixes ; les uns sur la partie mobile, les autres sur le cuvelage fixe.

Enfin un cuvelage en fonte contient toute la commande électrique et l'ensemble pivote sur deux tourillons.

Dépenses comparées. — Des calculs que nous avons établis, il résulte que les dépenses de premier établissement sont de :

1° Pour le cabestan hydraulique.	Fr.	5 200
2° Pour le cabestan électrique.		4 200
D'où une économie en faveur de l'électricité de .	Fr.	1 000

Le prix de la manœuvre simple, pour une traction de 400 kilogr. et un déplacement de la charge de 300 mètres (moyenne admise pour la gare des messageries), est de :

1° Pour le cabestan hydraulique.	Fr.	0,390
2° Pour le cabestan électrique.		0,295
D'où une économie en faveur de l'électricité de .	Fr.	0,095

En pratique, cette économie est beaucoup plus importante, car les agents chargés des manœuvres font fréquemment tourner la poupée avant d'enrouler le câble de traction ou, pour s'éviter un déplacement, ils amènent le câble à vide en utilisant le mouvement rotatif du cabestan.

Pour l'appareil hydraulique, la dépense est proportionnelle au nombre de tours, tandis que le cabestan électrique ne consomme que l'énergie correspondant au travail à effectuer.

4° Chariot transbordeur à plaque tournante pour locomotive. — *Programme.* — L'appareil dessert un groupe de deux voies : il se compose, en principe, d'une plate-forme en fer et tôles se déplaçant dans une fosse et reposant sur quatre files de rails par douze essieux à deux roues. Cette plate-forme porte trois voies transversales, dont l'une, celle du milieu, est munie d'une plaque tournante. Cette dernière peut être mue par un moteur hydraulique spécial, ou elle peut être libre sur son pivot et on la fait tourner, dans ce cas, à l'aide d'un cabestan installé entre les deux voies desservies.

La plate-forme a 6 mètres de longueur et 11m36 de longueur.		
La plaque a 5m25 de diamètre ;		
Le poids à remorquer est de	tonnes	45
Le poids mort est de.	—	35
Total.	tonnes	80

L'effort nécessaire pour déplacer ces 80 tonnes est de 1 560 kilogrammes.
La course de l'appareil est de 4m07.
La vitesse de translation par seconde varie de 0m37 à 0m295.
La course dure de 11 à 14 secondes.
La demi-révolution de la plaque s'effectue en 21 à 37 secondes.
La manœuvre avec cabestan dure 107 à 159 secondes.
La manœuvre avec moteur spécial à la plaque dure de 67 à 98 secondes.

Appareil hydraulique. — Dans les chariots transbordeurs à plaque tournante installés à la gare de Paris-Saint-Lazare, le chariot est tiré, dans chaque sens, par une chaîne mouflée quatre fois et actionnée par une presse inverse. Les deux presses sont solidaires.

Lorsque la plaque tournante est mue par un moteur hydraulique spécial, ce moteur est fixé sur la plate-forme et attaque la plaque par deux roues coniques, un arbre intermédiaire vertical, un pignon et une couronne dentée (la manœuvre est ainsi plus rapide et plus économique que dans le cas de l'emploi d'un cabestan). L'eau arrive au moteur par des tuyaux télescopiques reliés à l'appareil fixe de distribution installé dans un regard, près du quai de tête.

La manœuvre du chariot est commandée par un levier et deux valets qui précisent les positions d'arrêt.

La manœuvre de la plaque est commandée par un volant et deux valets d'arrêt.

Comme personnel, il faut un agent près de l'appareil de distribution, le chauffeur de la locomotive pour le calage de cette machine.

Enfin, une manœuvre complète comprend : une demi-course du chariot chargé ; une demi-révolution de la plaque tournante ; une deuxième demi-course du chariot chargé.

Enfin, une course complète du chariot à vide pour le retour en arrière.

Appareil électrique. — Dans le cas d'une manœuvre électrique, on peut avoir recours à diverses solutions que nous allons énumérer et discuter en considérant successivement la commande électrique de la plaque et celle du chariot.

Commande de la plaque. — Dans le cas qui nous occupe, les galets de roulement sont fixés à la plaque. En tenant compte de cette circonstance, on peut adopter l'un des dispositifs suivants :

1° La plaque est libre et la manœuvre est faite à l'aide d'un cabestan électrique placé à proximité ;

2° La voie de roulement porte une crémaillère fixe sur laquelle roule un pignon denté actionné par un moteur solidaire de la plaque (fig. 6).

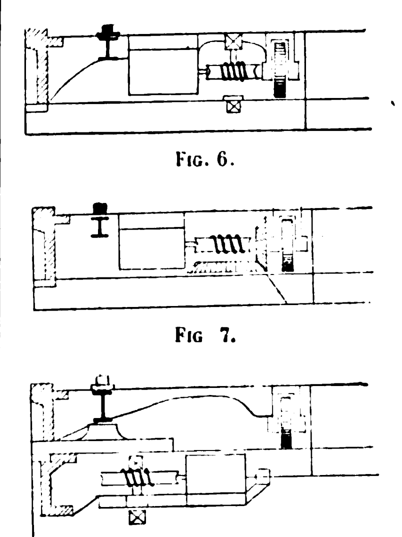


Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

3° Le moteur, toujours solidaire de la plaque, actionne simplement l'un des galets de roulement (fig. 7).

4° Une couronne dentée fixée à la plaque est commandée soit par un moteur fixe, soit (comme dans le cas qui nous occupe) par un moteur solidaire du chariot (fig. 8).

Le premier système occasionne, ainsi que nous l'avons déjà fait observer, des pertes de temps et d'énergie.

Le deuxième et le troisième système impliquent l'obligation de pouvoir disposer sous la plaque d'un espace libre suffisant pour loger le moteur et ses organes de commande.

Le quatrième système d'une réalisation plus facile pour les plaques de petite dimension, présente l'avantage de permettre une visite facile du moteur fixe.

C'est donc celui que nous avons adopté dans notre projet de transformation de la plaque du chariot transbordeur à manœuvre hydraulique de la gare de Paris-Saint-Lazare.

Il convient de faire remarquer en passant que les inconvénients du cabestan électrique (dans le cas de la solution n° 1) sont moindres que ceux du cabestan hydraulique. En effet, quand la corde glisse, la

dépense d'énergie électrique reste proportionnelle à l'effort fourni, la perte de puissance est donc plus faible pour le cabestan électrique que pour le cabestan hydraulique. Mais, dans les deux cas, la perte de temps subsiste.

Commande du chariot. — Pour la translation du chariot, on peut avoir recours à l'un des dispositifs suivants :

1° Traction par un treuil fixe à noix et à engrenages, par l'intermédiaire d'une chaîne fixée par ses deux extrémités au chariot, et munie d'un tendeur ;

2° Chariot automobile, avec prise de courant par contacts glissant sur des câbles tendus au fond de la fosse et reliés aux appareils fixes de manœuvre.

La commande peut se faire :

a) Par deux moteurs placés à l'avant et à l'arrière, dans l'axe du chariot et attaquant chacun des deux essieux à quatre roues formés par la réunion des essieux extrêmes ; les quatre essieux à deux roues du centre restant libres.

b) Par quatre moteurs actionnant chacun par vis tangente trois essieux à deux roues; de cette façon, tous les essieux sont rendus moteurs.

Dans l'un et l'autre cas, si l'adhérence du chariot sur ses rails était insuffisante pour produire le déplacement horizontal, on fixerait contre une des files de rails une crémaillère ayant la longueur de la course à obtenir et on calerait sur l'un des essieux moteurs un pignon denté qui engrènerait avec cette crémaillère.

La traction par treuil fixe exige une fosse pour loger ce treuil et une chaîne d'une longueur double de celle de la course. Il faut également ménager un accès dans la fosse pour la visite facile du mécanisme.

L'emploi du chariot automobile exige plusieurs moteurs et des contacts glissants s'ajoutant à ceux déjà nécessaires pour le moteur de la plaque. Mais ces contacts, étant convenablement abrités, peuvent rester propres.

C'est la deuxième solution (chariot automobile) que nous avons adoptée pour la transformation du chariot à commande hydraulique en chariot à commande électrique et, dans le cas particulier, deux moteurs suffisent.

Les deux moteurs du chariot attaquent chacun par pignon et roue un arbre intermédiaire qui commande lui-même deux essieux par vis tangente. Chaque moteur est supporté par un châssis formé de deux fers en U entretoisés et reliés aux poutres du chariot.

Le moteur qui commande la plaque est relié à celle-ci par deux arbres intermédiaires et fixé au chariot de la même manière que les deux autres moteurs.

Appareils de manœuvre. — Les appareils de manœuvre sont :

Pour la translation, un inverseur qui permet la marche, dans les deux sens, des deux moteurs, branchés en parallèles;

Pour la rotation de la plaque, un interrupteur, cette plaque effectuant alors ses demi-révolutions toujours dans le même sens.

Aucun emplacement ne restant disponible sur le chariot actuel pour ces appareils de manœuvre, il faudrait les installer sur un panneau vertical, recouvert d'un châssis vitré, à poste fixe entre les deux voies desservies. Ce panneau porterait des plombs fusibles et, au besoin, deux indicateurs de courant (mais ces derniers appareils ne sont pas indispensables).

L'inverseur du chariot porterait un levier à manœuvrer dans le sens de la marche. L'interrupteur de la plaque porterait un volant.

Ces deux appareils devraient être manœuvrés à la main pour la mise en marche et automatiquement pour l'arrêt.

La commande, soit à la main, soit automatique par le chariot ou la plaque, peut se faire directement ou par l'intermédiaire de relais.

Si l'on adopte la commande directe, le chariot ou la plaque, à fin de course, agissent mécaniquement par taquet, tringle, poulie et chaîne sans fin sur l'arbre de l'interrupteur pour ramener celui-ci à l'arrêt.

Le mode d'arrêt de la plaque doit permettre à l'interrupteur de pouvoir être ramené en arrière pour la manœuvre suivante, et à la plaque d'effectuer tous ses mouvements dans le même sens.

Les trois moteurs mobiles sont reliés aux appareils de manœuvre par des trolleys glissant ou roulant sous des câbles en les soulevant. Ces câbles reposent sur des isolateurs fixés au fond de la fosse entre deux files de rails du chariot, à l'abri de l'huile des boîtes à graisse ou des appareils de commande.

Choix des moteurs. — Ici se pose la question du choix du type des moteurs.

Nous avons adopté des moteurs à excitation shunt (ou en dérivation), à cause de l'allure régulière des mouvements; mais on aurait pu, sans inconvénient, prévoir l'emploi de moteurs excités en série puisque la plaque ne tourne que chargée. Le chariot ramené à vide représente encore le tiers de la pleine charge. Il n'y a donc pas à craindre d'emballage.

Les avantages de ces moteurs excités en série (dont l'emploi n'était pas justifié pour les chariots à plaques) sont : d'exiger des interrupteurs moins compliqués; de permettre la prise de courant par 4 trolleys seulement, au lieu des 7 qui sont nécessités par les 3 moteurs shunt (voir schémas fig. 9 et 10); enfin, de permettre de faire varier la

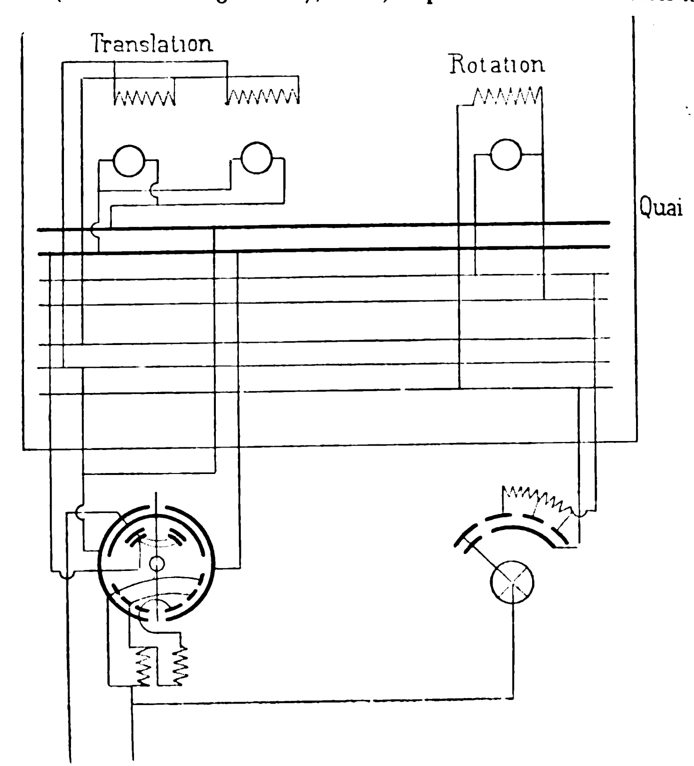


Fig. 9. — Schéma des connexions avec des moteurs shunt.

vitesse dans de grandes limites, à l'aide du rhéostat de démarrage (ici on n'a pas besoin d'user de cet avantage).

Mais comme ces moteurs sont plus encombrants à puissance égale que les moteurs shunt, comme d'autre part ces derniers ont une allure plus régulière et comme enfin on n'a pas besoin, dans le cas particulier, d'un frein puissant à l'arrêt, par conséquent, pas besoin

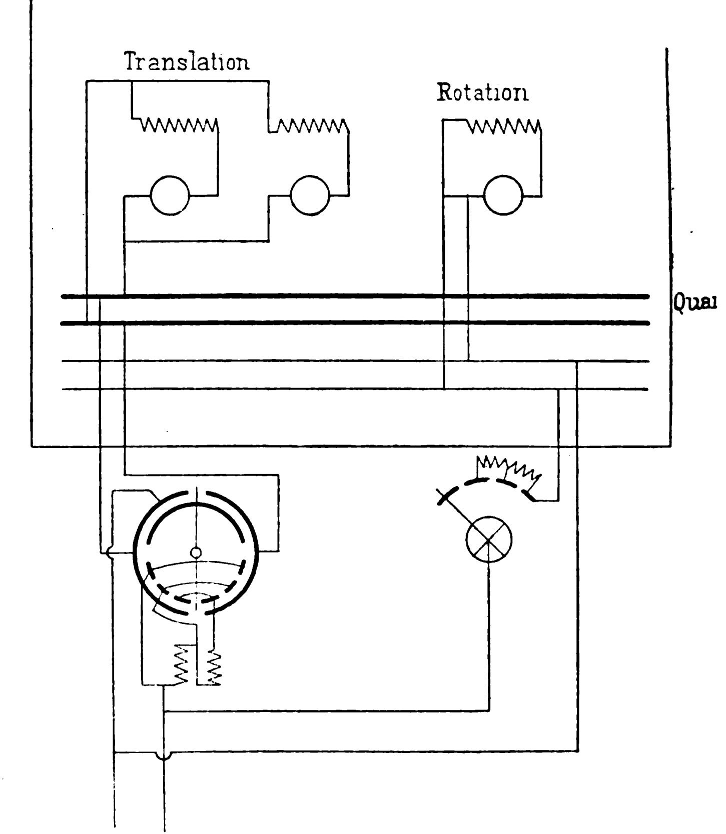


Fig. 10. — Schéma des connexions avec des moteurs-série.

de mettre le moteur shunt en court circuit et que l'on évite de ce fait des complications de montage, tout compte fait, il est préférable d'adopter des moteurs shunt, malgré la nécessité d'avoir un plus grand nombre de contacts mobiles.

Si l'on adoptait la commande par relais il faudrait trois de ces appareils fermant par l'intermédiaire de leur armature, les circuits des moteurs afin d'obtenir : la rotation de la plaque, la marche avant du chariot, la marche arrière du chariot.



Les bobines de ces relais sont en court circuit avec les interrupteurs manœuvrés à la main pour la mise en marche et mécaniquement par l'engin pour l'arrêt. Un courant parcourt la bobine pendant toute la durée du mouvement.

On arriverait donc à une complication inutile et coûteuse dont le seul avantage, insuffisant à notre sens pour légitimer l'adoption de relais, aurait été de diminuer l'intensité des courants passant dans les circuits des appareils de manœuvre.

Les schémas (fig 9 et 10) donnent les tracés des communications à établir entre les trois moteurs et leurs appareils de manœuvre dans le cas de la commande directe, suivant que l'on emploie des moteurs shunt ou des moteurs-série.

Dépenses comparées. — Des calculs que nous avons établis, il résulte que la dépense de premier établissement est de :

Pour le chariot transbordeur à plaque tournante mû par l'eau sous pression. . . . . Fr.	48 800
Pour le chariot transbordeur à plaque tournante mû par l'électricité	39 000
D'où une économie en faveur de l'électricité de Fr.	9 800

Le prix d'une manœuvre complète, cette manœuvre comprenant une course en charge du chariot une demi-révolution de la plaque et une course à vide du chariot pour le retour, est de :

1° Pour l'appareil hydraulique . . . . Fr.	0,063
2° Pour l'appareil électrique	0,052
D'où une économie en faveur de l'emploi de l'électricité de . . . . Fr.	0,011

Cette économie résulte de la faible puissance demandée par le retour à vide de l'appareil.

5° **Chariot transbordeur pour voitures et wagons.** — *Programme.* — L'appareil doit pouvoir desservir cinq voies et s'arrêter exactement en face de chacune d'elles. Il doit se composer d'un chariot de 6 mètres de longueur sur 4m20 de largeur reposant sur deux essieux à quatre roues et se déplaçant dans une fosse.

La charge maximum est de. . . . . tonnes.	15
Le poids mort du chariot est de.	3,5
Le poids à remorquer est donc de. . . tonnes.	18,5
La course est de. . . . . mètres.	22
La vitesse moyenne pour une course est, par seconde, de	0m81
En marche cette vitesse doit atteindre	1m02

Appareil hydraulique. — Dans l'appareil à manœuvre hydraulique installé à la gare de Paris-Saint-Lazare pour satisfaire au programme susénoncé, le mouvement du chariot, dans chaque sens, est obtenu par la traction d'une chaîne mouflée six fois et actionnée par deux presses, l'une travaillant en sens inverse de l'autre. Les deux presses sont solidaires.

L'appareil de manœuvre complet est installé à poste fixe, à l'une des extrémités de la fosse.

La mise en marche, dans les deux sens, est commandée par un levier.

L'arrêt automatique, dans l'axe de chaque voie et à fin de course, s'obtient à l'aide d'un taquet porté par le chariot et d'une tringle de manœuvre régnant tout le long de la fosse et munie de tocs. L'un des taquets du chariot rencontrant l'un des tocs de la tringle, cette dernière mise en mouvement, agit sur le tiroir des presses et ramène le levier à sa position moyenne.

Les tocs en question sont disposés sur le pourtour de la tringle dont on produit la rotation par un volant ; une aiguille indicatrice désigne le numéro de la voie où doit se produire l'arrêt.

L'arrêt précis s'obtient par la manœuvre d'un levier qui fait pénétrer un valet dans des encoches fixes.

La manœuvre nécessite le concours de deux agents : l'un se tenant au bord de la fosse pour actionner la tringle à tocs et le tiroir de distribution, l'autre se tenant sur le chariot pour actionner le valet d'arrêt.

Appareil électrique. — Dans l'étude détaillée que nous avons faite précédemment au sujet de la transformation des chariots transbordeurs à plaque tournante à manœuvre hydraulique en appareils du même type à manœuvre électrique, nous avons eu l'occasion de passer en revue les diverses solutions possibles pour commander électriquement le déplacement horizontal d'un chariot ; il suffit donc de se reporter à cette discussion.

Dans le cas qui nous occupe, nous avons adopté la solution qui consiste à rendre automobile le chariot en disposant en son milieu un moteur shunt qui commande les deux essieux par vis tangente.

Nous avons maintenu le valet d'arrêt, et comme le chariot, conservé tel qu'il est, permet de placer l'appareil de manœuvre du moteur sur sa plate-forme, on n'a besoin que de deux contacts glissants. Grâce aux dispositions indiquées, un seul agent peut assurer la manœuvre alors que deux agents étaient indispensables pour manœuvrer le chariot mû par l'eau sous pression.

L'appareil de commande du moteur comprend un inverseur à rhéostat dont l'axe vertical est muni d'un premier volant pour la mise en marche dans les deux sens. Cet axe prolongé porte une chape dont l'une des branches forme toc pour l'arrêt automatique aux voies extrêmes.

Un deuxième volant commande l'arrêt automatique aux voies intermédiaires. Ce deuxième volant est monté sur un arbre vertical guidé dans la chape et portant trois tocs sur son pourtour, à des hauteurs différentes.

La rotation du volant permet de présenter chacun des trois tocs dans le plan de la chape. Une goupille de calage maintient l'arbre dans chacune de ses trois positions et dans une quatrième pour laquelle les trois tocs sont effacés.

Des butoirs fixés sur le côté du cuvelage près de chacune des voies, et à des hauteurs différentes, agissent en temps voulu sur leur toc respectif et déterminent l'arrêt en ramenant l'inverseur à sa position moyenne.

Si on craignait des fausses manœuvres, on pourrait facilement enclencher le levier du valet avec le volant de l'inverseur. Le levier, en décalant le valet, rendrait libre le volant.

De même, on pourrait obtenir un moyen simple de freinage en reliant mécaniquement le levier du valet d'arrêt à un frein à bande monté sur l'arbre du moteur.

La prise de courant se fait :

Par deux bandes métalliques fixées sur le côté du cuvelage et reliées aux fils du branchement particulier du chariot ;

Et par deux balais à pression normale reliés : l'un au rhéostat et à l'excitation, l'autre à l'inverseur, suivant les dispositions indiquées par les schémas 9 et 10 relatifs au chariot transbordeur à plaque tournante pour locomotive.

Dépenses comparées. — Des calculs que nous avons établis, il résulte que la dépense de premier établissement est de :

Pour le chariot transbordeur, mû par l'eau sous pression. . Fr.	11.600
Pour le chariot transbordeur mû par l'électricité	10.300
D'où une économie en faveur de l'électricité, de. . . . . Fr.	1.300

Le prix d'une manœuvre complète, cette manœuvre comprenant : une course complète (22 mètres) à pleine charge et une course complète de même longueur, à vide, pour le retour, est de :

1° Pour l'appareil hydraulique. . . . . Fr.	0,068
2° Pour l'appareil électrique	0,035
D'où une économie en faveur de l'emploi de l'électricité de Fr.	0,033

Cette économie résulte de la faible puissance nécessaire pour le retour à vide.

G. Dumont et G. Baignères,
Ingénieurs des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

MINES

L'OR DANS L'AUSTRALIE OCCIDENTALE

L'Australie occidentale a attiré, depuis quelques années déjà, l'attention d'un grand nombre d'Ingénieurs, et d'énormes capitaux se trouvent présentement engagés dans les mines d'or de cette contrée.

Nous ne voulons pas entrer ici dans une description complète de la géologie de cet intéressant pays, encore peu connu ; nous nous bornerons à un aperçu général afin de montrer l'importance qu'est sans doute appelée à prendre, dans un avenir peu éloigné, l'exploitation de l'or dans l'ouest australien.

La colonie anglaise de l'Australie occidentale occupe environ un tiers du continent ; elle s'étend sur plus de 2 650 000 kilomètres carrés. La population, en 1895, ne dépassait guère 85 000 âmes soit environ 1 habitant par 32 kilomètres carrés. Le développement de la côte atteint 4 800 kilomètres.

Il y a quelques siècles, cette côte occidentale (fig. 1) n'était fréquentée que par de rares marins portugais et hollandais. En 1826, Albany devint un établissement de convicts, et trois années plus tard, on établit également une colonie pénitentiaire sur la Swan River, découverte en 1697 par Vlaming. Ce dernier baptisa cette rivière du nom de Swan (cygnes) en raison du grand nombre de ces oiseaux, à plumage noir, qui s'étaient établis sur ses bords.

Perth, la capitale de la colonie, était peu habitée, tout récemment encore, lorsque, il y a trois ou quatre ans, coururent les premiers bruits de la découverte de l'or. A ce moment la ville de Perth était construite sur des routes poussiéreuses où les pavés étaient totalement



inconnus. Aujourd'hui, le nombre de ses habitants a quadruplé, la ville s'est embellie, s'est agrandie, et s'étend sur 3 à 4 kilomètres le long des quais de la Swan River. Elle est réunie à la côte (Fremantle) par une voie ferrée, et les chemins de fer prennent chaque jour une extension nouvelle; elle possède de nombreux moyens de transport, et ses rues sont éclairées au gaz et à l'électricité. De superbes bâtiments ont fait place aux anciennes masures qui dataient de près de soixante-dix ans.

Bien que l'or ait été découvert dès 1849 dans la colonie, qu'en 1854 l'explorateur Robert Austin signalât le caractère nettement aurifère du sol entre Yilgarn et le lac Austin, on attacha peu d'importance à leurs dires. En 1860 pourtant, le Gouvernement jugea à propos de contrôler ces bruits en envoyant en mission officielle M. Hargraves; mais son exploration ne s'étendit pas jusqu'aux roches métamorphiques, à l'est du granit et des sables, et son rapport fut défavorable. Ce qui prouve les difficultés qu'on rencontre dans un pays dépourvu d'eau, c'est que ni Lefroy en 1863, ni Hunt en 1864, ni Forrest en 1871, ni Giles en 1875, ni Luidsay en 1891, qui traversèrent dans diverses directions le district de Coolgardie, ne soupçonnèrent l'importance de cette région au point de vue aurifère.

Il en fut de même des plaines à l'est de Cue, dans le district de Murchison, qui furent explorées en 1869 par Giles et en 1876 par Forrest. Les Hollandais avait pourtant remarqué la présence de l'or dans le lit des rivières du nord-ouest, car, en 1688, ils avaient surnommé cette contrée « Provincia aurifera ».

Voici, d'après Brenton Symons, la chronologie des découvertes aurifères dans l'Australie occidentale :

1688. Les Hollandais trouvent l'or dans le lit des rivières du nord-ouest;
1854. Austin signale le caractère aurifère de l'intérieur;
1868. De l'or d'alluvions est trouvé à Peterwangy (Geraldton);
1868. On découvre accidentellement de l'or à Mallina (Rœbourne);
1868. On reconnait un filon aurifère à Kendinup (près Albany);
1882. Hardman découvre l'or d'alluvions de Kimberley;
1887. J. Glass rencontre des minerais d'alluvions à Mugakine;
1888. Colreavy trouve un filon à Golden Valley.
1888. Birk découvre de l'or à fleur de terre à Mulga-Mulga (Cue);
1888. On trouve de l'or d'alluvions à Wongan Hills (Perth);
1889. Moir trouve des veines aurifères à Dundas Hills;
1890. Des filons aurifères sont signalés dans les Monts Nancarrong;
1890. On rencontre de l'or dans la rivière Ashburton;
1890. De l'or d'alluvions est découvert dans la Nicol Valley;
1892. Connelly trouve de l'or près de Cue;
1892. Bayley découvre un filon à Flyspeck Flat;
1893. L'or se rencontre aux environs de Coolgardie.

D'après les lois ouest australiennes, aucun travail de mine ne peut être commencé avant que la région n'ait été déclarée officiellement district aurifère. Kimberley reçut la sanction officielle en mai 1886, Yilgarn en novembre 1888, Pilbarra en juillet 1889, Ashburton en décembre 1890, Murchison en 1891, Coolgardie et Dundas en 1893.

La plus importante découverte fut faite en août 1892 par Bayley, à un kilomètre et demi à l'est de Coolgardie.

La richesse de cette contrée ne laisse plus aucun doute aujourd'hui. Le voyage récent de l'Ingénieur Schmeisser, délégué du gouvernement allemand, les nombreux rapports de ceux qui ont visité et qui explorent actuellement le district de Coolgardie, entre autres, ne font que confirmer l'importance de cette richesse. L'Ingénieur Albano Brand n'hésite pas à placer l'Australie occidentale, en ce qui concerne la quantité de métal précieux, bien au-dessus de toutes les régions aurifères du monde, y compris l'Afrique australe. Mais il ne faut pas oublier de signaler, dès le début, que la nature a accumulé dans ce pays des difficultés qui n'existent certainement dans aucune autre région aurifère actuellement exploitée. Heureusement ces difficultés peuvent être surmontées par la main de l'homme, ainsi que le prouvent les progrès accomplis depuis que l'intérieur de l'Australie occidentale se trouve ouvert aux explorateurs et à l'industrie.

Les divers districts de l'intérieur sont, en effet, accessibles par routes, et les mines d'or par pistes. Ces chemins sont tous praticables, sans être entretenus, grâce à la configuration du sol et à la nature des broussailles. Ce point a certainement une grande importance, en ce sens que l'extension des mines d'or est, en quelque sorte, indépendante du développement de la voie ferrée. Pour se rendre compte de la nature des routes, il suffit de savoir qu'un seul cheval peut traîner facilement une charge de 500 kilogr. dans un chariot (appelé communément team dans le pays). En quittant Kanowna (White Feather) à 6 heures du soir dans une charrette attelée de deux chevaux et portant une charge de 1 000 kilogr., on est à Coolgardie le lendemain soir, à 8 heures, ayant effectué un trajet de 61 kilomètres en vingt-six heures, bien que cette route soit une des plus difficiles de tout le district.

On pousse activement la construction du chemin de fer de Perth à Coolgardie (570 kilomètres). En octobre 1895, la voie reliait déjà Perth à Southern Cross et dépassait cette ville de 70 kilomètres, de sorte qu'il ne restait plus que 140 kilomètres jusqu'à Coolgardie. En novembre elle atteignait Boorabbin (96 kilomètres de Coolgardie), et le 9 décembre Woolgangie (66 kilomètres de Coolgardie). La diminution des frais de transport qui résultent de l'ouverture de la voie ferrée au trafic est des plus importantes. De Fremantle (port de Perth) à Southern Cross, les frais étaient de 75 francs environ par tonne; de là à Coolgardie, il ne fallait pas compter au-dessous de 500 francs pour le transport par chariots. A présent, on paie de Southern Cross à Woolgangie 100 francs et de là à Coolgardie 165 francs, ce qui fait déjà une économie de 235 francs environ par tonne. Quand la voie ferrée reliera Fremantle à Coolgardie, le prix de la tonne sera de 200 francs environ.

Si nous prenons, par exemple, une batterie de 25 pilons qui pèse environ 100 tonnes, la différence des frais de transport de Fremantle à Coolgardie en 1896, comparée à ce qu'ils étaient en octobre 1895, sera de 37 500 francs.

La ligne reliera ensuite Coolgardie à Kalgoorlie puis à Kanowna, qui se trouve sur le prolongement de la direction nord-est. La construction de cette voie ne présentera aucune difficulté, eu égard à la configuration du sol, et sera d'une grande utilité car Kanowna réunit déjà de très gros intérêts; plus de 200 lots de terrains y ont été piquetés et ce nombre s'accroît de jour en jour, surtout au nord et au sud-est de ce petit centre. On commencera sans doute, vers la même époque, la construction d'une voie ferrée qui relierait Coolgardie avec les centres aurifères au nord, et qui desservirait Black Flag, Broad Arrow, Bardock, etc., au moyen d'un embranchement qui partirait entre le 25e mille et le 45e mille. Quand le chemin de fer sera établi entre Coolgardie et Kanowna (White Feather), l'économie qui résultera du transport des marchandises venant de Fremantle atteindra au bas mot 300 francs la tonne.

L'exploitation minière est relativement simple et bien que le prix de la main-d'œuvre soit très élevé — de 85 à 100 francs par semaine — les frais totaux ne sont pas aussi grands qu'on pourrait le supposer. D'un côté, le bois pour les divers besoins de la mine se trouvent dans le voisinage; il ne coûte que la peine de l'abattre et de l'amener au point d'utilisation. D'un autre côté, les puits d'exploration peuvent être le plus souvent foncés à 30 mètres et plus, des galeries poussées à certaine distance sans boiseries, et ceci malgré l'apparence souvent meuble des couches décomposées superficielles qui présentent les caractères de l'argile. Cette résistance est due à la grande sécheresse du climat.

Aussi la question de l'eau joue-t-elle un rôle capital dans cette entrée : il faut, par des travaux, se procurer l'eau potable aussi bien que l'eau impure, mais propre à l'exploitation. L'eau destinée à la consommation provient des condenseurs, car, telle qu'on la trouve dans le pays, elle est plus ou moins chargée de sels. Les condenseurs et la mine sont alimentés par des réservoirs construits spécialement en vue d'emmagasiner l'eau provenant de la saison hivernale et des forts orages de l'été, aussi bien que celle pompée des puits ou des grands lacs salés.

Pour bien comprendre la façon dont peut être résolue la question de l'eau, nous donnerons une description succincte de la structure géologique du pays. Quand on quitte les côtes de l'Océan Indien et qu'on s'avance vers l'intérieur, on commence d'abord l'ascension du grand plateau ouest-australien formé de gneiss et de granite. En quittant Southern Cross et faisant route vers l'est, ces terrains anciens sont traversés et fendus par des roches éruptives, telles que la dioute, l'amphibolite, etc. Ces fractures de l'écorce primaire remplies par ces roches éruptives, forment des séries de collines affectant, en général, une direction nord-ouest, sud-est. Ce sont elles qui constituent la région aurifère de l'Australie occidentale.

La surface de la contrée présente une allure doucement ondulée par une série de collines. Coolgardie est située à 485 mètres environ au-dessus du niveau de la mer et le mont Burgès qui se trouve à 11 kilomètres environ au nord de cette ville, s'élève à 650 mètres : c'est le point culminant du pays. Entre les rangées de collines s'étendent des vallées en forme de cuvettes au fond desquelles se groupent les lacs d'eau salée. Quelques rares eucalyptus rabougris et deux ou trois autres essences rompent seuls la désespérante uniformité de cette région et donnent à ce pays l'aspect caractéristique du district aurifère ouest australien. Il n'y a pas de doute que cette contrée ait présenté, il y a quelques centaines d'années, un profil plus accidenté, et pour bien comprendre la transformation qu'elle a subie, il faut noter qu'aucune des vallées ou lacs du plateau ne communique avec la mer. Pas un cours d'eau dans toute la région, ce qui explique le remplissage des vallées par les particules détachées sous l'action du temps et des intempéries des collines, et ce qui explique également la présence des sels dans l'eau souterraine ou des lacs. Tout le terrain du district se compose presque uniquement de quartz associé à diverses variétés de feldspath, de mica et de hornblende. Sous l'influence de l'atmosphère, le feldspath se transforme en kaolin, le mica en talc et la hornblende en oxyde ferrique. Ces nouveaux produits sont hydratés et produisent des mélanges divers suivant qu'ils se trouvent associés au quartz, à la chaux ou à la magnésie.

Le quartz est le moins atteint, et se réduit seulement en sable. Les sels solubles : le chlorure de sodium, le chlorure de magnésie, le sulfate de magnésie, le gypse, sont entraînés par les eaux et absorbés



par les lacs ou les eaux souterraines. On a trouvé, par endroits, la surface du sol complétement décomposée par les infiltrations, jusqu'à plus de 30 mètres de profondeur. La substance restante consiste en une masse argileuse variant du kaolin blanc à l'argile ocreuse et affectant aussi l'aspect du talc, gras au toucher, mais résistant comme du savon dur.

Ces résidus montrent les diverses époques de transition. Quand l'humidité du sol disparaît par suite de la longue période de sécheresse annuelle, la partie superficielle se réduit en poudre et c'est alors que le vent entre en jeu dans son rôle d'égalisateur, en transportant les poussières ou granules de kaolin, d'argile, de carbonate de chaux, de magnésie et de sable dans les anfractuosités des vallées. Les roches quartzeuses et ferrugineuses seules, qui n'ont pas été suffisamment attaquées, subsistent et distinguent par leur couleur légèrement brunâtre les parties pauvres en hornblende (granit) et par leur couleur rougeâtre, celles riches en hornblende (diorite). Quelques ravins, très rares et peu étendus, dégénèrent en torrents pendant la saison des pluies, mais l'eau se trouve rapidement absorbée par le sol très poreux du pays et se rassemble dans des nappes souterraines. Il est donc facile à comprendre pourquoi les 150 millimètres d'eau qui tombent en moyenne par an, se trouvent si rapidement absorbés, d'une part, par le sol très perméable et les roches décomposées, également avides d'eau, et d'autre part, drainés par voie souterraine vers les lacs qui forment les bas fonds des vallées. En hiver, la profondeur de l'eau dans ces lacs peut atteindre un ou deux mètres, mais en été, dans la plupart des cas ils se trouvent entièrement à sec. Toutefois, on peut retrouver l'eau à des profondeurs parfois très faibles.

Il ressort de cet aperçu général qu'à l'aide d'installations appropriées il serait assez facile de se procurer de grandes quantités d'eau des lacs.

Dans le district de Kanowna (White Feather), par exemple, la question de l'eau peut être résolue d'une manière très satisfaisante, car dès que les puits y atteignent des profondeurs de 30 à 40 mètres, on se trouve en présence de roches imprégnées d'eau qui suinte par toutes les parois. Et si l'on considère le nombre des lacs qui existent dans cette région, on n'est pas éloigné de croire qu'on pourra se procurer autant d'eau que l'exigent les besoins de l'exploitation. Il existe nécessairement certains endroits où l'on devra atteindre des roches non décomposées et, par suite, beaucoup plus difficiles à creuser avant d'arriver au niveau des eaux souterraines. Le Gouvernement s'est emparé de cette question et fait opérer des sondages à grande profondeur dans le but de résoudre ce problème. En tous cas, aux endroits où il serait nécessaire de creuser des puits très profonds, comme, par exemple, sur le flanc des coteaux, on peut parfois tourner la difficulté en colligeant de grands volumes d'eau dans des réservoirs à fond étanche, tel que cela s'est fait en Californie. D'ailleurs, les réservoirs établis par le Gouvernement dans le district de Coolgardie même, entre le 25e et le 45e mille, prouvent qu'on peut agir efficacement en s'engageant dans cette voie.

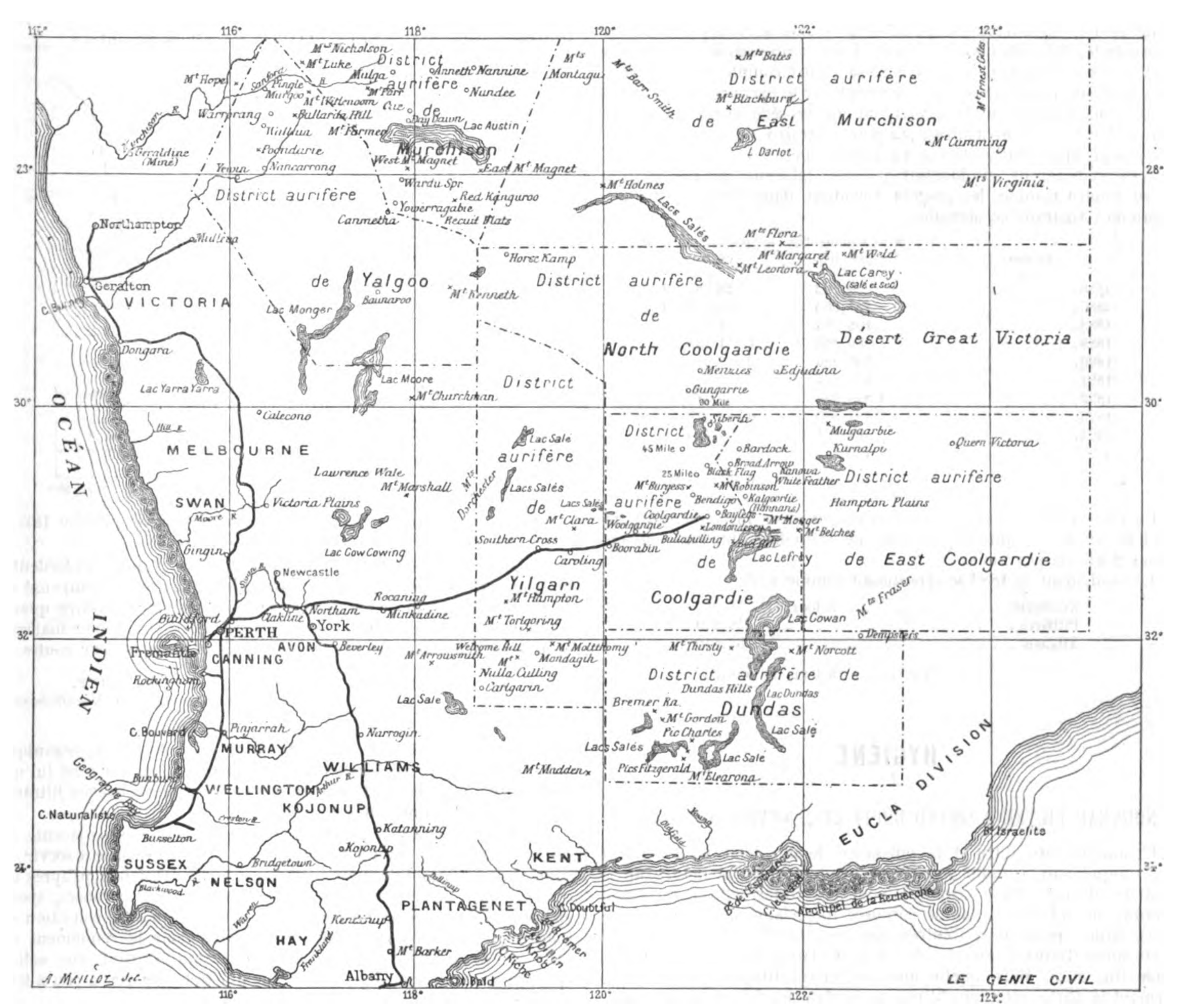


Fig. 1. — Carte de l'Australie occidentale et de ses districts aurifères.

Préparation du minerai. — Le meilleur procédé de traitement du minerai dépend, en quelque sorte, de la quantité d'eau dont on dispose. La nature du minerai d'or de l'Australie occidentale est très variable. En dehors des filons puissants de quartz, l'or se trouve souvent contenu dans des espèces de failles plus friables, riches en argile et en oxydes de fer, traversées par des veines de quartz très minces. En troisième lieu, le métal précieux se rencontre très souvent dans ce que l'on appelle le « ciment » : c'est une réunion de grains et de cailloux de quartz agglomérés par un ciment argileux ou siliceux, souvent en présence d'un oxyde de fer ou de pyrites. Ces « ciments », par leur caractère, se rapprochent des filons quartzeux, mais, par leur friabilité, des failles aurifères. Un point pourtant les distingue : c'est la position très peu inclinée, presque horizontale, de ces couches, à faible profondeur, qui leur fait attribuer une origine hydrothermale.

Le minerai quartzeux, très dense et très dur, doit être traité par

le procédé de broyage et d'amalgamation. Les résultats sont moins bons avec le minerai des failles, surtout quand on ne dispose pas d'eau en quantité suffisante ; car une grande partie de l'or échappe à l'amalgamation et reste fixée dans les résidus. Dans la mine de Hannan's Brownhill, le minerai est broyé entre des cylindres puis amalgamé dans des cuves, où il se trouve brassé mécaniquement, et les tailings sont finalement traités par lixiviation. Dans la mine de Mount Charlotte, on préconise la concentration préalable par un courant d'air qui, pourtant, ne fait que la séparation de l'or associé aux grosses particules et de l'or en poudre impalpable.

Mais, en somme, il n'existe pas encore de traitement défini s'appliquant au minerai spécial « le ciment », caractéristique des régions aurifères de l'ouest australien.

Les complications dans le traitement se trouvent encore accrues par le sel que renferment les eaux ; de plus, à mesure que la proportion de pyrites augmente, c'est-à-dire à mesure qu'on atteindra des niveaux plus profonds dans l'exploitation des mines, les procédés en usage aujourd'hui ne seront plus efficaces. Tel n'est pas encore le cas, dans l'état actuel, du développement de cette région aurifère, mais, pour prévenir les difficultés dans l'avenir, il serait nécessaire de faire des recherches actives dans cette voie et se rendre compte notamment si une application judicieuse du traitement par le cyanure, qui a donné de si beaux résultats au Transvaal, ou un procédé mixte au moyen d'un chlorure, ne conviendrait pas pour extraire de ce minerai rebelle la presque totalité de l'or qu'il renferme.

Nous terminerons en donnant quelques tableaux qui permettront de se rendre compte des progrès accomplis dans l'exploitation aurifère de l'Australie occidentale.

Années.	Kilogrammes d'or produits.	Représentant en francs environ.
1886	9,362	28 687,50
1887	151,063	462 937,50
1888	108,283	331 835 »
1889	480,267	1 471 782,50
1890	706,986	2 166 600 »
1891	939,641	2 879 550 »
1892	1 845,988	5 657 087,50
1893	3 437,590	10 534 637,50
1894	6 421,061	19 677 475 »
1895	7 176,872	21 993 700 »
TOTAL	21 277,113	65 204 292,50

En 1886, 1887 et 1888, l'or produit provenait exclusivement du district de Kimberley qui, aujourd'hui, ne contribue plus que pour environ 2 kilogr. par mois.

Le rendement de 1889 se répartissait comme suit :

Kimberley	Kilogr.	76,387
Pilbarra		346,270
Yilgarn		57,610
TOTAL	Kilogr.	480,267

Depuis 1889, voici quelle a été, en kilogrammes, la production de chacun des principaux districts :

DISTRICTS	1890	1891	1892	1893	1894	1895	TOTAUX
Coolgardie } Yilgarn	70,587	398,753	657,479	2 348,095			
Coolgardie					3 265,230	3 235,563	6 500,793
Yilgarn					976,438	584,753	5 036,105
Murchison	»	63,984	755,036	657,510	1 641,326	1 786,716	4 904,572
Pilbarra	497,705	368,125	399,683	362,638	503,905	499,441	2 631,497
Kimberley	138,694	82,770	33,759	50,251	18,259	20,460	344,193
Dundas	»	»	»	4,588	7,068	0,341	11,997
Ashburton	»	26,009	0,031	14,508	8,835	14,260	63,643
TOTAUX	706,986	939,641	1 845,988	3 437,590	6 421,061	6 141,534	19 492,800

Le district de Coolgardie a dû produire en 1893 environ 1 550 kilogr. d'or, mais, à cette date, il ne figurait pas encore comme district spécial.

L'accroissement de production d'or dans l'Australie occidentale ressort plus nettement encore par le tracé graphique suivant :

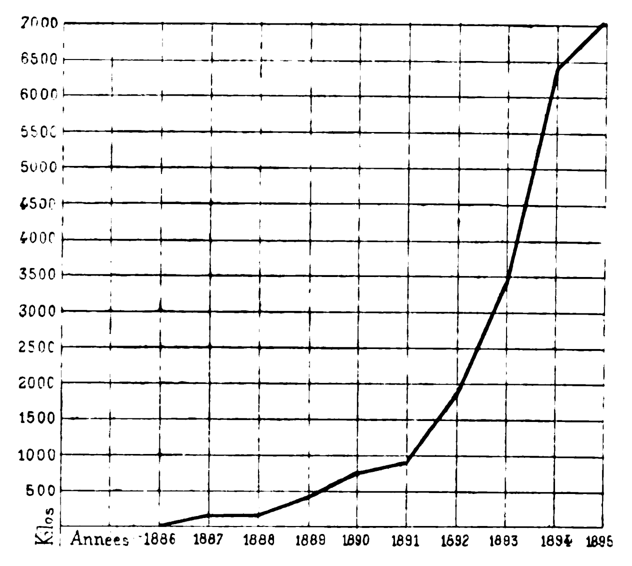


FIG. 2. — Diagramme de la production d'or en Australie jusqu'en 1895.

L'augmentation, en 1895, a été moindre que l'année précédente, mais ce petit temps d'arrêt sera, sans doute, largement compensé en 1896, quand la voie ferrée desservira Coolgardie, c'est-à-dire quand les Compagnies, en attente, se décideront à faire venir leur matériel et ne seront plus arrêtées par les gros frais de transport par routes.

F. SCHIFF,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

HYGIÈNE

NOUVEAU FILTRE A GRAND DÉBIT ET A NETTOYAGE RAPIDE

L'efficacité d'un filtre et la puissance de son débit ne dépendent pas uniquement, comme on l'a cru longtemps, de la nature de la matière filtrante. On a employé, pour constituer celle-ci, un grand nombre de substances, tantôt poreuses (porcelaine dégourdie, charbon), tantôt spongieuses (feutres, éponges), tantôt enfin simplement perméables (tissus d'amiante, de coton, de laine, de chanvre, de soie, sable fin, etc.). Mais, quelle que soit la constitution de la couche formant la partie active du filtre, on constate les faits suivants :

Quand on met en service un filtre neuf, la première eau qui passe, bien que débarrassée des principales impuretés qu'elle contenait, n'est presque jamais complètement limpide; elle conserve un « louche » plus ou moins appréciable qui prouve qu'elle n'est pas purifiée des fines poussières animales ou végétales, ainsi que des micro-organismes que la couche filtrante a été impuissante à retenir, à cause de leur extrême ténuité qui défie tous les obstacles de la nature de ceux qu'on a voulu employer pour les arrêter.

Cependant, si le filtre est établi rationnellement, on remarque que, à mesure que la filtration se poursuit, l'eau se clarifie de mieux en mieux et sort avec une limpidité parfaite. L'examen micrographique vient lui-même attester que le nombre des microorganismes va aussi en diminuant, et qu'ils finissent par disparaître presque complètement Au bout d'un certain temps, le rendement du filtre s'abaisse par suite de l'obstruction de plus en plus grande de la couche filtrante. Cette obstruction est produite par une sorte de végétation superficielle, verdâtre, visqueuse, constituée par l'agglomération des micro-organismes de l'eau, qui se fixent dans l'enchevêtrement des débris de toute nature déposés à la surface du filtre. C'est ce réseau organique qui constitue la partie véritablement active du filtre, car c'est lui qui seul peut retenir les particules imperceptibles que la couche filtrante primitive était impuissante à arrêter.

Dès lors, on conçoit que le choix de la matière sous-jacente du filtre n'offre qu'un intérêt secondaire; son rôle se borne à servir de support à la véritable couche active, qui ne se développe qu'après un certain temps de service de l'appareil. Les matières poreuses, spongieuses ou perméables ne sont donc efficaces qu'à la condition de s'obstruer rapidement, et d'affaiblir sensiblement le rendement du filtre, et, dans ces conditions, elles ne doivent souvent leur action épuratrice qu'au léger dépôt organique qui se forme peu à peu à leur surface.

Nous nous proposons de décrire un filtre à grand débit et à nettoyage rapide, imaginé par M. H. Desrumaux, et qui est basé sur les observations précédentes.

Description du filtre. — Le filtre de M. Desrumaux se compose (fig. 1) d'un récipient cylindrique assez élevé, disposé verticalement et terminé, à la partie inférieure, par un fond de forme tronconique, sur lequel sont adaptées deux tubulures. La tubulure centrale communique, par un robinet R_2 à conduit coudé, avec la tuyauterie d'arrivée et de sortie de l'eau ; la seconde tubulure, placée tout près de la première, est reliée au robinet de purge R_3.

Le fond proprement dit du cylindre est formé d'une tôle perforée supportée par un robuste châssis métallique, et recouverte d'une toile métallique en cuivre, d'un tissu très serré; ce fond soutient une couche épaisse de silex pulvérisé.

Ce qui caractérise spécialement ce filtre, c'est que la couche filtrante est surmontée d'une vaste capacité libre, et qu'il est muni, suivant son axe, d'un conduit vertical qui se termine, un peu au-



dessus du niveau supérieur du silex, par un *plateau diviseur* horizontal dont le rôle est de distribuer l'eau également sur un grand nombre de points de la surface du silex.

Le conduit central est généralement suspendu par un coussinet à billes; il porte, à la partie supérieure, un entonnoir dans lequel se déverse l'eau à filtrer amenée par une conduite.

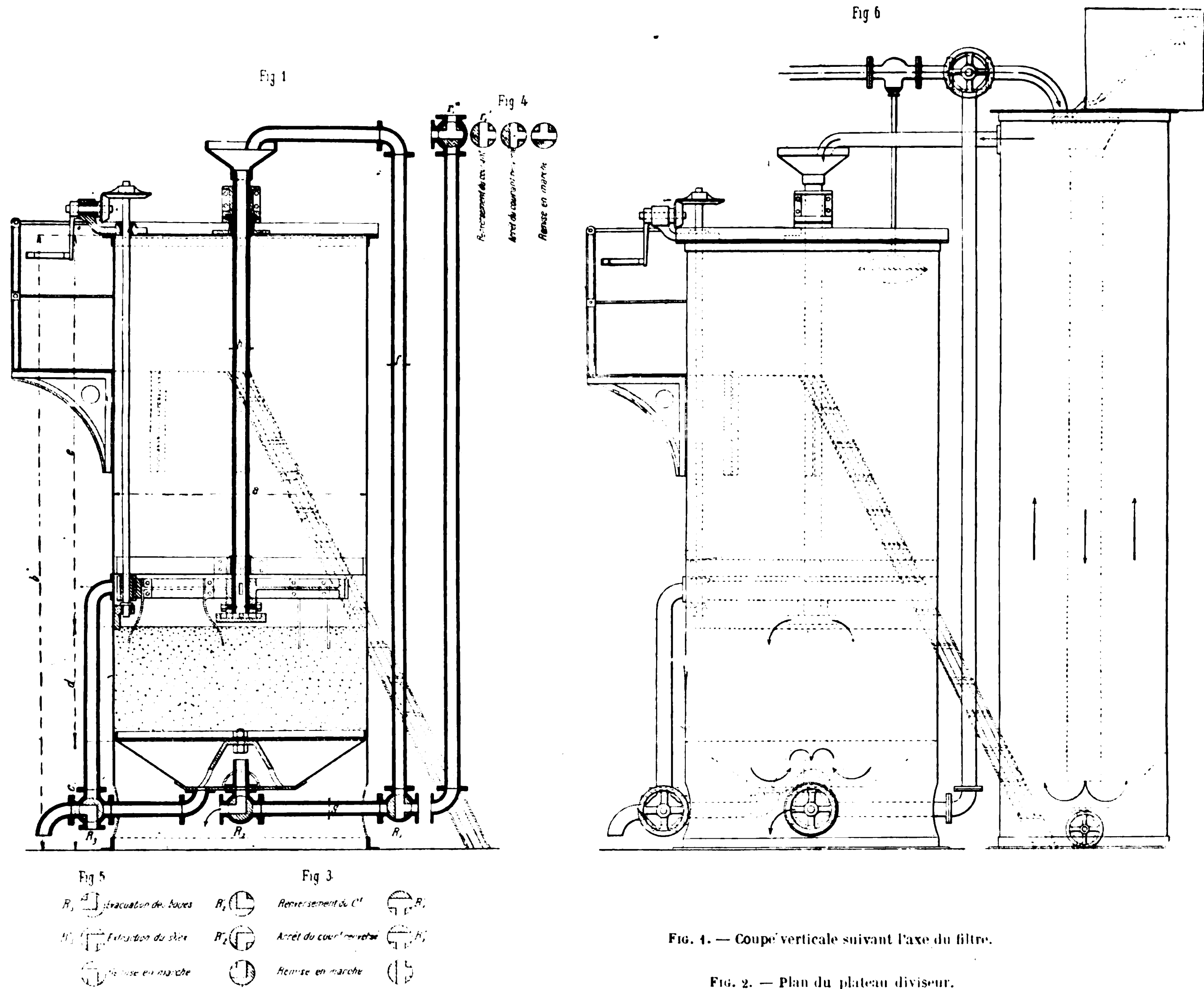
Le plateau diviseur est muni de dents sur une petite portion de son contour (fig. 2); ce secteur denté engrène avec un pignon monté sur un axe vertical que l'on peut faire tourner à l'aide d'une manivelle, à la partie supérieure de l'appareil (fig. 1). En plusieurs points de sa surface inférieure, le plateau diviseur est armé de broches métalliques qui pénètrent d'une certaine quantité dans la couche de silex pulvérisé.

La capacité libre supérieure du filtre est d'un volume suffisant pour pouvoir contenir toute l'eau boueuse que produit, lors du nettoyage, le renversement du courant d'eau dans l'appareil. Elle est toutefois limitée par la pression de l'eau au-dessus de la couche filtrante, pression qui ne doit pas dépasser une certaine valeur; sinon il peut se produire des trouées analogues à celles qui se déclarent dans les filtres sous pression.

La conduite d'amenée de l'eau est munie d'un robinet à trois voies, placé au coude inférieur, en R_1, ou au coude supérieur, en r_1, si l'alimentation du filtre est obtenue par un réservoir supérieur.

Fonctionnement du filtre. — L'eau à filtrer, reçue par l'entonnoir, descend par le conduit central sur le plateau diviseur, qui la distribue à la surface du silex; elle y abandonne le dépôt superficiel qui constitue peu à peu la partie efficace du filtre. Ce dispositif n'a pas seulement pour effet de répartir uniformément l'eau à clarifier sur toute la surface de la couche filtrante; elle détruit aussi la force vive de cette eau en brisant la veine liquide en un grand nombre de filets dirigés horizontalement, et on évite ainsi le danger de déchirer la fragile pellicule organique en formation.

Après avoir traversé complètement la couche de silex pulvérisé, l'eau clarifiée franchit le fond tronconique de l'appareil, qui est armé de cloisons en chicane sur lesquelles elle abandonne les parcelles de silex désagrégé qu'elle a pu entraîner.



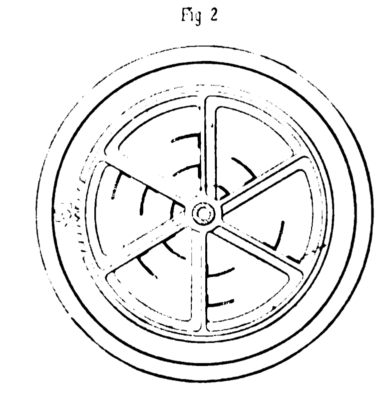


FIG. 1. — Coupe verticale suivant l'axe du filtre.

FIG. 2. — Plan du plateau diviseur.

FIG. 3, 4 et 5. — Schémas des positions que peuvent prendre les différents robinets.

FIG. 6. — Vue d'un filtre muni d'un distributeur-mélangeur de réactif.

FIG. 1 à 6. — Filtre à grand débit et à nettoyage rapide, système Desrumaux.

Au fur et à mesure que le fonctionnement du filtre se prolonge, le dépôt organique superficiel s'épaissit, ce qui tend à diminuer le rendement de l'appareil, mais le niveau de l'eau, en s'élevant lentement dans l'espace libre du récipient, régularise le débit par suite de l'augmentation de pression; on arrive ainsi à contre-balancer graduellement la diminution de perméabilité de la pellicule organique.

Dès que le niveau de l'eau atteint le haut de la capacité libre, un nettoyage de l'appareil est nécessaire.

Nettoyage du filtre. — Quand le filtre fonctionne, les robinets R_1 (ou r_1), R_2 et R_3 ont les positions qu'indique la figure 1.

Pour nettoyer le filtre, on commence par arrêter l'arrivée d'eau en donnant au robinet R_1 (ou r_1) la position R_1' (ou r_1') (fig. 3 et 4). On vide ensuite la capacité libre du récipient en ouvrant pendant ce temps le robinet R_3 qui prend la position R_3' (fig. 5). On renverse ensuite le courant d'eau en donnant au robinet R_2 la position R_2' (fig. 3). L'eau s'élève tumultueusement dans la capacité libre après avoir traversé le silex. On imprime alors au disque fixé au tube central un mouvement alternatif de rotation au moyen de la manivelle supérieure. Les armatures dont ce disque est muni labourent la partie supérieure de la couche de silex. Sous l'action de la poussée de l'eau et de ce labourage mécanique, la pellicule organique se déchire, se désagrège, et toutes les boues viennent en suspension dans la masse liquide. On arrête alors l'arrivée d'eau (position R_2'') et le mouvement de rotation du disque; les parcelles de silex, grâce à leur densité, se déposent immédiatement. On évacue ensuite l'eau boueuse en ouvrant de nouveau le robinet R_3 (position R_3'). La purge de la capacité libre est placée, à desssein, à un niveau un peu supérieur à celui de la couche de silex, de façon à conserver dans l'appareil une petite quantité de matières organiques qui active la formation d'une nouvelle pellicule filtrante.

Enfin il est nécessaire d'évacuer de temps à autre, une fois par semaine en moyenne, les parcelles de silex qui ont pu traverser la toile métallique et qui tapissent les cloisons intérieures du fond tronconique. Pour cela, on arrête le courant d'eau et on met le robinet R_3 dans la position R_3'' (fig. 5).

Si l'eau à filtrer tient en suspension une notable proportion de boues ou de débris organiques (terre, limon, feuilles, brindilles, insectes, etc.), il convient de disposer, à la partie supérieure du récipient, une série de compartiments constituant une sorte de chambre dégrossisseuse qui retient la majeure partie des corps en suspension et retarde d'autant l'obstruction de la couche de silex. Cette chambre filtrante est ordinairement formée de châssis métalliques pouvant facilement être enlevés et remis en place.

Si, au contraire, l'eau à clarifier ne renferme qu'une quantité très faible d'impuretés, il est utile d'aider artificiellement la formation de la pellicule filtrante, en mélangeant préalable ment à l'eau, et dans une proportion bien régulière, un produit coagulant, généralement un sel de fer ou d'alumine.

On a encore recours à ce moyen lors qu'on veut obtenir rapidement de grands volumes d'eau clarifiée.

On peut alors faire usage de l'appareil suivant :

Distributeur-mélangeur de réactif. — Le distributeur-mélangeur de réactif se compose essentiellement (fig. 6) d'un haut récipient cylindrique muni d'un conduit central dans lequel se déversent l'eau à filtrer et le réactif coagulant. Le mélange descend au fond du cylindre, remonte autour du tube central et sort par un conduit supérieur pour passer dans le filtre.

Le réactif est contenu dans un petit réservoir placé directement au-dessus du cylindre mélangeur. Pour obtenir une teneur constante de la solution dans le mélange, le débit de ce réservoir doit être régularisé, ce qui s'obtient au moyen d'un flotteur en ébonite (fig. 7), relié à un petit tuyau d'écoulement dans lequel pénètre le réactif. L'orifice par lequel la solution entre dans le tube est maintenu, par le flotteur annulaire, à une distance constante du niveau du liquide; de cette façon, le débit du tuyau d'arrivée du réactif est toujours régulier, quelle que soit la hauteur de la solution dans le réservoir.

FIG. 7. — Coupe du réservoir à réactif et de son flotteur.

Le tableau suivant indique les dimensions principales, marquées sur la figure 1 par les lettres *a*, *b*, ... *h*, de différents filtres de ce système pour des débits donnés :

NUMÉROS des FILTRES	DÉBITS à L'HEURE	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*
	m. cubes	mètres	mètres	mètres	mètres	mètres	centimètres		
1	1	0,50	2,00	0,40	0,60	1,00	20	40	60
2	2 à 3	0,75	2,50	0,50	0,60	1,40	30	50	70
3	4 à 5	1,00	2,80	0,55	0,75	1,50	40	60	80
4	10	1,50	3,65	0,65	0,80	2,20	60	80	100
5	15	1,75	3,75	0,65	0,80	2,30	65	85	105
6	20	2,00	4,00	0,70	0,90	2,40	70	90	110
7	25	2,25	4,50	0,75	1,00	2,75	75	95	115
8	30	2,50	5,00	0,75	1,00	3,25	80	100	120

E. B.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LES TRAVAUX DE L'OFFICE DU TRAVAIL en 1895.

(Suite et fin[1].)

III. INDUSTRIES DES PIERRES ET TERRES. — Toutes ces industries qui se rattachent à ce groupe général ont été subdivisées en trois catégories principales correspondant : la première, à la taille des pierres, précieuses ou non; la seconde, aux canalisations et constructions en pierres; la troisième, au travail des terres et pierres cuites au four.

1° La *taille des pierres précieuses* est localisée dans les départements de l'Ain, du Jura, de la Seine-et-Marne et de la Seine. Les conditions de travail sont à peu près les mêmes en province qu'à Paris; à cela près seulement que le salaire des ouvrières est un peu plus élevé (0 fr. 45 l'heure). Nous n'y revenons donc pas.

La *marbrerie* et la *taille des pierres de constructions* sont généralement localisées dans les régions où s'extraient les matériaux. La fabrication est assez souvent mécanique. Le travail dure tous les jours ouvrables de l'année avec un seul régime généralement. La variation de l'effectif est assez faible. Le salaire moyen des ouvriers dépasse légèrement 0 fr. 30 l'heure; celui des ouvrières qui entrent dans l'effectif pour 18 % en moyenne, atteint d'ordinaire 0 fr. 20.

2° Les industries qui ont pour objet les *canalisations*, les *distributions de force motrice*, d'*éclairage*, les *constructions en pierre*, etc., qu'on désigne sous le terme générique d'*Industries du Bâtiment* sont localisées dans les grandes villes ou dans les localités pourvues de chutes d'eau. Disséminées sur tous les points du territoire, elles n'occupent pas de femmes et fort peu d'enfants. La division du personnel en ouvriers d'état et aides ou manœuvres y est très tranchée. On travaille dans ces industries tous les jours ouvrables, avec deux régimes, en général par an, parce qu'on y suit souvent la longueur du jour. Les variations d'effectif sont les mêmes en province qu'à Paris. Le salaire moyen varie, suivant les industries de ce groupe, de 0 fr. 45 à 0 fr. 30 l'heure, et est presque toujours réglé au temps passé. Ce sont les *tailleurs de pierres* qui sont le plus payés (4 fr. 50 en moyenne), puis viennent les *maçons* (4 francs en moyenne) et enfin les aides et manœuvres (2 fr. 50 en moyenne);

3° Les industries qui travaillent les *terres et pierres cuites au feu* ne se distinguent guère du groupe des industries chimiques, car la pré-

[1] Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 12, p. 189.

paration de la pâte constitue une opération chimique. Mais la mise en forme, le façonnage et la décoration des objets faits avec cette pâte permettent cependant de les classer à part. Ces industries sont les *fabrique de chaux, plâtre et ciments*, les *briqueteries et tuileries*, les *fabriques de glaces et verreries*, les *faïenceries et fabriques de porcelaine*, les *fabriques de pipes*, etc.

Les *fabriques de chaux, plâtres et ciments* nécessitent une grande force motrice (en moyenne 100 chevaux-vapeur par 100 ouvriers). Elles n'occupent presque pas de femmes et d'enfants ni d'ouvriers d'état. Le travail est généralement interrompu le dimanche et présente deux régimes par an, la durée variant de 8 heures à 12 heures suivant les époques et sans grande régularité. La variation d'effectif y est assez considérable, le travail ayant lieu surtout dans la belle saison. Le salaire moyen est de 0 fr. 30 à 0 fr. 35 et réglé au temps.

Les *briqueteries et tuileries* ont une force motrice un peu moindre que les industries précédentes. Elles occupent en moyenne 25 °/₀ de femmes et d'enfants en proportion presque égale. Leur régime de travail est à peu près le même que celui des *chaufourneries*, ainsi que la variation d'effectif et le salaire moyen qui est réglé tantôt au temps, tantôt aux pièces.

La force motrice pour les *fabriques de glaces* est de 50 chevaux en moyenne par 100 ouvriers. Elle ne dépasse pas 20 chevaux dans les *fabriques de porcelaines*, les *faïenceries* et *verreries*. Les femmes sont occupées en notable proportion (22 °/₀ en moyenne) dans les *fabriques de porcelaines* et les *faïenceries*, en plus faible proportion (15 °/₀ en moyenne) dans les *verreries*, presque pas dans la *fabrication des bouteilles*. Les enfants sont employés pour 13 °/₀ dans les mêmes industries, sauf dans la *fabrication des bouteilles* où leur proportion atteint 30 °/₀. Toutes ces industries chôment généralement le dimanche et n'ont qu'un seul régime par an. Les ouvriers les mieux payés sont ceux des *verreries à bouteille*, des *verreries d'art* et des *miroiteries* : leur salaire dépasse ou tout au moins atteint toujours 0 fr. 50 l'heure. Dans les autres industries du groupe, *glaceries*, *faïenceries*, *fabrique de porcelaine*, *gobeletteries*, etc., la moyenne oscille entre 0 fr. 35 et 0 fr. 40 l'heure. Les ouvrières sont le mieux payées dans les *glaceries* où elles ont environ 0 fr. 20 par heure. Dans les autres industries, la moyenne n'est que de 0 fr. 15. Le travail pour toutes ces dernières industries est généralement réglé aux pièces et conduit par équipes.

IV. Industries du transport. — L'enquête de l'Office du Travail n'a porté, pour ce groupe d'industries, que sur le transport par chemins de fer. D'après les plus récentes statistiques, nos chemins de fer exploitent une longueur de 38 000 kilomètres environ et y occupent un personnel d'environ 160 000 ouvriers ou employés, avec une force motrice totale de 4 millions de chevaux environ. Bien que le personnel des ouvriers et employés des chemins de fer n'exécute pas des travaux en eux-mêmes plus difficiles que ceux de l'Industrie en général, cependant à cause de la responsabilité qui leur incombe, de la discipline rigoureuse à laquelle ils sont soumis et de l'attention de tous les instants qu'il leur faut déployer, ce personnel est toujours un personnel d'élite.

Il ne s'y rencontre des enfants que dans les ateliers de construction et que des femmes comme gardes-barrières. Bien que l'exploitation des chemins de fer soit continue, les agents ont des repos et des congés qui font ressortir le nombre de leurs journées de travail annuel à 323 en moyenne, le minimum étant atteint par les ouvriers des ateliers qui ne travaillent en moyenne que 292 jours par an et le maximum étant atteint par les agents de l'exploitation qui travaillent dans leur ensemble 336 jours par an. La durée de la journée de travail est en moyenne de 10 heures uniformément toute l'année. Elle s'abaisse à 8 heures 3/4 pour les mécaniciens et les chauffeurs et s'élève à 10 heures 1/2 pour les agents de l'exploitation. Quant à la stabilité du personnel, elle est parfaite. Au point de vue du mode d'établissement des salaires et traitements, il faut distinguer trois grandes catégories :

1° Les *agents commissionnés* ayant un traitement annuel et bénéficiant de la retraite avec le maximum d'avantages ;

2° Les *agents en régie*, employés d'une manière constante et payés au mois ou à la journée. Ces agents font des versements à la Caisse des retraites, mais l'allocation des Compagnies est moindre pour eux que pour les précédents;

3° Les *auxiliaires*, embauchés suivant les besoins et travaillant d'une manière intermittente.

Le salaire aux pièces n'est employé que pour les ouvriers des ateliers. Ce salaire moyen est environ de 1 fr. 10 l'heure pour les *mécaniciens*, de 0 fr. 40 pour les *aiguilleurs*, de 0 fr. 35 pour les *poseurs de voie, cantonniers* et *manœuvres des ateliers*.

En outre, les agents jouissent de beaucoup d'avantages dont bénéficient bien peu d'ouvriers des autres industries : 1° frais de déplacements; 2° secours ou pensions en cas d'accidents, même si la responsabilité de la Compagnie n'est pas en jeu ; 3° secours et soins gratuits du médecin en cas de maladie; 4° indemnités en cas de nombreuses familles; 5° combustibles au prix de revient ; 6° caisses de secours alimentées par le personnel et les Compagnies; 7° permis gratuits de circulation pour les agents et leurs familles.

Pour les Compagnies secondaires, la répartition des agents entre les diverses Compagnies n'est plus la même, les salaires sont plus faibles et les avantages précédents moins nombreux, mais, par contre, le service est moins pénible.

L'enquête de l'Office du Travail a également porté sur un certain nombre d'établissements appartenant à l'État ou aux communes; ces établissements exercent des industries très diverses. En général, le salaire moyen qu'y reçoivent les ouvriers est le même que celui qu'ils reçoivent dans l'industrie privée. Pour les ouvrières, le salaire moyen est un peu plus élevé. En outre, dans les établissements de l'État, l'ouvrier est assuré en cas d'accident ou de maladie des soins gratuits du médecin et d'une certaine part de son salaire. Pour certains établissements, l'État fait pour ses ouvriers des versements à la Caisse nationale des retraites et, dans d'autres, les ouvriers bénéficient des dispositions de la loi sur les pensions civiles.

E. de Ronchamp.

CORRESPONDANCE

Mesures propres à éviter les coups d'eau dans les machines à vapeur.

A Monsieur le Secrétaire de la Rédaction du *Génie Civil*.

Dans son numéro du 26 décembre 1896, le *Génie Civil* a indiqué un certain nombre de mesures propres à éviter les coups d'eau dans les machines à vapeur (1) ; je crois intéressant, pour les lecteurs de votre journal, de venir vous signaler quelques mesures autres que celles que vous avez décrites et qui peuvent, dans certains cas, éviter les coups d'eau ou, tout au moins, en diminuer la gravité. Par exemple, dans certaines machines, comme celle de Galloway, que l'on a remarquée à l'Exposition internationale de Paris, en 1878, on dispose un clapet équilibré dans le conduit de vapeur, entre le cylindre et le condenseur; de cette façon, l'eau d'injection ne peut pénétrer dans le cylindre.

Dans les machines du « genre Corliss », en donnant aux obturateurs d'admission un certain jeu et en évitant de les bloquer dans leur logement, on permet, en cas de coup d'eau, à ces obturateurs de se soulever et de laisser passer une certaine quantité d'eau dans les tuyaux d'arrivée de vapeur, et on évite souvent, ainsi, les ruptures résultant des coups d'eau.

Les pompes à air doivent avoir des regards ou trous d'homme permettant de visiter facilement les clapets.

Il faut éviter d'employer l'eau en charge pour l'injection, ainsi que je l'ai vu faire récemment.

Il est prudent de disposer sur les fonds du cylindre, outre les soupapes de sûreté, de larges parties de moindre résistance, qui, en cas de coup d'eau, se briseront, tandis que le cylindre pourra rester intact. L'on peut, dans ce but, pratiquer, par exemple, sur les fonds de cylindre, des rainures en grain d'orge. Un coup d'eau n'oblige alors à remplacer que le fond du cylindre que l'on peut avoir de rechange.

Pour rendre les coups d'eau moins dangereux, un constructeur étranger a imaginé de fixer les fonds de cylindre au moyen de boulons calculés de manière à se rompre bien avant le cylindre et le fond. Le même constructeur emploie une deuxième série de boulons auxiliaires, serrés simplement à la main, qui ne doivent travailler que dans les circonstances exceptionnelles. Avec ce genre de construction, les ruptures occasionnées par les coups d'eau n'exigent que le remplacement de quelques boulons.

Veuillez agréer, etc.

Henri Richard,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Tramways électriques de Rouen.

A Monsieur le Secrétaire de la Rédaction du *Génie Civil*.

Nous relevons dans votre numéro du 2 janvier dernier, à propos de la description des *Tramways électriques de Rouen*, le passage suivant (2) :

« La condensation est obtenue à l'aide d'un réfrigérant à jet, système Sée; l'eau de décharge des condensateurs y est refoulée par une pompe centrifuge et retombe en une pluie soumise à l'action d'un courant d'air produit par un puissant ventilateur. »

Le réfrigérant de 600 chevaux installé à Rouen dans l'usine de la Compagnie Thomson-Houston est de notre type et non du système Sée, et nous vous prions de bien vouloir faire cette rectification dans votre prochain numéro.

Veuillez agréer, etc.

Chaligny et Cie.

INFORMATIONS

Travail produit par 1 kilogr. de charbon dans les navires à vapeur.

L'Engineering Society de Liverpool donne les chiffres ci-dessous, qui font connaître le travail produit par 1 kilogr. de charbon aux différentes époques de l'évolution de la navigation à vapeur.

En 1840, 1 kilogr. de charbon donnait une vitesse de 18 nœuds à un poids correspondant à un déplacement de 1,28 tonne. (En réalité, le poids utile n'était que le 1/10 de cette quantité, les 9/10 restants correspondant au poids mort : coque, machine et combustible.)

En 1850, avec les navires en fer et la propulsion à hélice, ce poids était porté à 1,32 tonne et la vitesse à 9 nœuds. Mais la proportion du poids utile s'était élevée à 27 °/₀, soit 0,36 tonne.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 8, p. 125.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 9, p. 130.



En 1860, avec les chaudières à haute pression et les condenseurs à surface, 1,8 tonne de déplacement était animée d'une vitesse de 10 nœuds, et le poids utile arrivait à 33 %, soit 0,60 tonne.

En 1870, grâce aux machines compound, 4 tonnes de déplacement recevaient une vitesse de 10 nœuds également, mais ici le poids utile formait les 50 % du total, soit 2 tonnes.

En 1885, les navires marchands animaient d'une vitesse de 8 $\frac{1}{2}$ nœuds un poids de 7,5 tonnes avec 60 % de poids utile, soit 4,5 tonnes.

A la même époque, les énormes vapeurs qui sillonnent l'Atlantique du Nord acquéraient une vitesse de 12 nœuds, avec 6,9 tonnes de déplacement et 55 % de charge utile, soit 3,8 tonnes.

Dans les modernes steamers à grande vitesse pour le transport des voyageurs, le poids utile n'atteint pas 0,2 tonne.

Zinc électrolytique.

D'après la *Zeitschrift für Electrochemie*, les usines à zinc de Duisberg sont parvenues à résoudre le problème délicat de la précipitation du zinc en solution aqueuse sous forme de plaques d'une épaisseur commerciale et bien denses.

Ces usines traitent les résidus des minerais sulfurés de Westphalie contenant une forte proportion de zinc au moyen d'un procédé tenu secret, dû au professeur Dieftenbach, de Darmstadt.

Il est probable qu'on fait subir d'abord au minerai un grillage de façon à élever la teneur en zinc à environ 0,5 %, puis un lessivage approprié. Le traitement électrique de la solution obtenue permet de produire mensuellement environ 90 tonnes de zinc.

On doit avoir surmonté non seulement les difficultés d'ordre technique, mais également celles d'ordre économique, car on prévoit pour l'année courante un agrandissement des établissements, ce qui permettra au zinc électrolytique de prendre place dans les marchés des métaux.

Faisceaux tubulaires à vaporisation rapide.

La question des faisceaux tubulaires à vaporisation rapide est une des plus importantes, aussi bien pour les générateurs fixes que pour les machines marines, et sa solution a tenté bien des inventeurs; elle paraît entrer, en ce moment, dans une phase pratique, depuis la construction par une maison anglaise des tubes « Row ».

Ce sont des tubes que l'on a ondulés avec soin pour empêcher les strictions aux coudes et dont on a uniformément arrondi les angles. Le rendement en est, paraît-il, très bon, ainsi qu'on peut en juger par le tableau suivant emprunté à l'*Engineer*, et dans lequel on a comparé les résultats obtenus au moyen de tubes ordinaires, avec ceux obtenus par les nouveaux :

	Tubes ordinaires.	Tubes « Row ».
Température de l'eau	22°	22°
Quantité d'eau en expérience . . .	50l	50l
Temps nécessaire pour l'ébullition.	9 $\frac{1}{2}$ à 10 min.	4 à 4 $\frac{1}{2}$ min.
Temps nécessaire à la vaporisation de 12 litres	20 $\frac{1}{2}$ min.	9 $\frac{1}{2}$ min.

Les figures 1 et 2 représentent un de ces appareils; ils peuvent se placer dans un coin, adossés au mur, et on peut les ouvrir sans toucher aux connexions de liquide ou de vapeur, comme on voit figure 2.

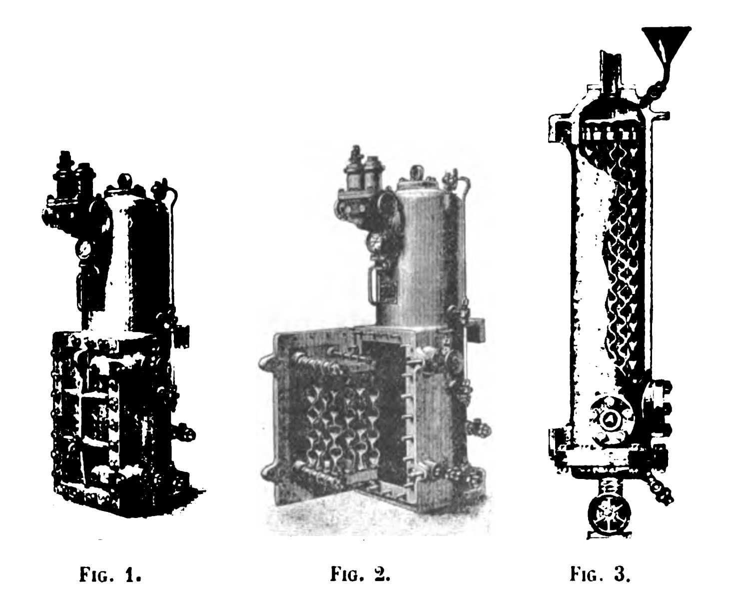


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

C'est le type dont on se sert, dans les machines marines, quand, à un moment donné, on a une grande quantité de vapeur à produire.

La figure 3 représente un appareil d'un autre genre, dont on a enlevé en partie l'avant, pour montrer la disposition intérieure des tubes.

Ce type peut servir dans le cas de générateurs fixes, par exemple, pour porter à 100° l'eau des chaudières; on évite ainsi les incrustations dans celles-ci. Quant à l'appareil tubulaire, il est constitué de telle façon que les dépôts calcaires ne peuvent s'y faire; les tubes ne sont fixés qu'en bas et se dilatent librement en haut; ils prennent donc, par suite des variations de température, des mouvements de contraction et de dilatation qui détruisent les écailles calcaires formées.

Dans les cas particuliers, quand on veut des appareils très puissants sous un faible poids, on les fait en cuivre; on en a construit de cette façon, ayant $1^{m}27$ de long et $0^{m}225$ de diamètre, pouvant porter de 46 à 100° 6^{m3} $\frac{1}{2}$ d'eau dans une heure et pesant seulement 110 kilogrammes.

Ces nouveaux tubes appliqués aux torpilleurs, ont donné, paraît-il, de bons résultats.

Exposition internationale de Bruxelles (1897).

Le *Journal Officiel* du 14 janvier contient un document sur lequel nous croyons devoir appeler l'attention de nos lecteurs : c'est la liste des primes qui, en outre des récompenses (diplômes et médailles) accordées aux produits exposés à l'Exposition de Bruxelles, seront attribuées aux meilleures réponses fournies à de nombreux *desiderata* et sujets de concours énumérés dans le même document. Ces primes en argent, dont la valeur varie de 50 à 3 000 francs, seront allouées par le Commissariat général belge sur la proposition du jury international des récompenses. Leur nombre s'élèvera à quatre cent cinquante-huit et leur énumération, avec l'énoncé des questions auxquelles chacune d'elles doit être appliquée, n'occupe pas moins de soixante-treize colonnes dans le numéro du *Journal Officiel* précité. On conçoit donc qu'il nous est impossible de reproduire ce document, malgré tout l'intérêt qu'il présente, ni même d'en donner des extraits, car l'immense majorité des questions posées sont relatives à l'art de l'Ingénieur. Nous nous bornerons à signaler les conditions de participation à ce concours en invitant les Ingénieurs français à se reporter au document en question, car un grand nombre d'entre eux se trouvent, sans doute, en mesure de prendre part au concours annoncé.

Les concurrents devront adresser, avant le 15 mars 1897, au commissaire général du Gouvernement français, sur un formulaire qui leur sera délivré à cet effet, une déclaration spécifiant les desiderata ou les questions de concours auxquels ils entendent répondre, ainsi que les objets qu'ils présentent dans ce but. Les œuvres, produits ou travaux concourant pour l'obtention de primes en espèces, devront être exposés directement par leurs auteurs ou producteurs.

Les réponses aux questions posées devront être rendues tangibles par des objets exposés. Les primes ne pourront être décernées à des documents tels que plans, mémoires, etc., que si la représentation matérielle des objets n'est pas possible dans l'enceinte de l'Exposition ou si la solution ne comporte pas de réalisation matérielle.

Exposition universelle de 1900.

Adjudication des fondations du pont Alexandre III.

On annonce la mise en adjudication des travaux de fondation du pont Alexandre III pour le lundi 25 février prochain, à 10 heures du matin, avenue de La Bourdonnais, n° 26. Ces travaux, qui devront se faire à l'aide de l'air comprimé, sont évalués à un total de 1 875 000 fr., dont 262 232 francs pour la somme à valoir.

Les entrepreneurs qui désireront prendre part à cette adjudication devront en adresser la demande au directeur des services de voirie de l'Exposition, avenue de La Bourdonnais, 26. Les demandes ne seront reçues que jusqu'au 6 février, à 6 heures du soir, et devront être accompagnées d'un certificat de capacité n'ayant pas plus de deux ans de date et d'une note indiquant les travaux du genre dont il s'agit que le soumissionnaire aura exécutés dans les quinze dernières années, ainsi que l'importance et la nature du matériel dont il dispose pour entreprendre immédiatement et exécuter dans un délai assez court, un cube considérable de maçonnerie à l'air comprimé. La liste des personnes admises à concourir sera arrêtée par le commissaire général de l'Exposition sur la proposition du directeur des services de voirie de l'Exposition, et d'une commission spéciale instituée à cet effet, laquelle est composée de MM. Lorieux et Humblot, Inspecteurs généraux des Ponts et Chaussées, de M. Resal, Ingénieur en chef de la navigation, et de MM. Boreux et Bechmann, Ingénieur en chef du service municipal de Paris.

Les pièces du projet seront communiquées aux entrepreneurs de 9 heures du matin à midi et de 2 heures à 6 heures du soir, tous les jours non fériés, dans les bureaux de l'Exposition, avenue de La Bourdonnais, 26, et dans les bureaux de M. Alby, Ingénieur ordinaire de la navigation de la Seine, pavillon du pont Alexandre III, quai de la Conférence.

Varia.

Chemins de fer. — Un Ingénieur anglais, M. C. E. D. Black, vient d'exposer, dans le *Daily Chronicle*, un projet de chemin de fer ayant pour objet de réunir directement les Indes avec l'Egypte. Cette voie ferrée partant de Bombay, passerait à Kurrachée, traverserait la Perse méridionale, atteindrait Bassorah et viendrait aboutir soit à la station des Puits de Moïse, en face de Suez, soit à Alexandrie même, en franchissant le canal de Suez.



SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 15 janvier 1897.

M. Léon Molinos, Président sortant, rappelle dans quelles conditions a été construit, sous sa présidence, le nouvel Hôtel de la Société (1). Il cite, à ce propos, les noms des ingénieurs et des industriels qui ont apporté leur concours à l'édification de ce monument.

M. Molinos termine en souhaitant la bienvenue à son successeur, M. Lippmann.

M. Édouard Lippmann, nouveau Président en prenant place au fauteuil présidentiel, remercie d'abord son prédécesseur, puis ses Collègues de l'honneur qui lui a été fait d'être appelé à présider les travaux de la Société, et retrace rapidement sa carrière d'ingénieur. Il entretient la Société de l'histoire de la terre, de la *Géologie*, et prononce sur ce sujet un intéressant discours, très documenté, dont nous devons nous contenter de donner ici un compte rendu succinct.

La terre, dit M. Lippmann, n'est qu'une molécule dans l'immensité de l'espace ; mais cet atome est encore infini pour nous, puisque jusqu'ici nous avons entamé, exploré son écorce à peine jusqu'à deux mille mètres de profondeur, c'est-à-dire pas même jusqu'aux trois millièmes de la longueur de son rayon. Cependant, grâce à la géologie, nous pouvons avoir l'idée des différentes phases par lesquelles a passé la formation de notre planète, les modifications successives qu'elle a subies depuis son origine. La géologie nous permet même de suivre l'enchaînement des phénomènes naturels au delà de la création de la terre.

Cette science est née seulement d'hier, bien que l'histoire des opinions sur la structure et la formation du globe remonte aux temps les plus reculés. Les prêtres égyptiens regardaient la terre comme ayant été originairement recouverte par les eaux et comme s'étant formée dans leur sein ; c'est la doctrine exposée textuellement dans la Genèse.

Déjà, au temps des philosophes grecs, les opinions se résumèrent en deux grandes écoles qui ont subsisté à travers les âges : celle des Neptuniens et celle des Plutoniens. Mais c'est seulement dans les dernières années du XVIIIe siècle que de vrais savants commencèrent à apporter la lumière et la précision sur l'ensemble des faits matériels et des phénomènes physiques qui ont présidé à la constitution générale de notre planète.

La géologie commence véritablement à Saussure, à ses premiers voyages dans les Alpes, où il a bien constaté que la roche primitive par excellence est le granit, qu'elle sert de base à toutes les autres, qu'elle s'est formée par cristallisation, que, par-dessus, les suivantes se sont déposées par couches horizontales, et que, si ces couches sont plus ou moins redressées, c'est à une révolution postérieure qu'elles doivent leur position.

Mais les moyens de transport commençant à devenir plus faciles, plus rapides, les observateurs purent se déplacer pour aller au loin, et partout, rechercher la corrélation ou la dissidence qui pouvait exister entre leurs remarques et celles de leurs confrères. Plus tard, des excursions, des congrès, des discussions techniques se multiplièrent, et c'est alors que les fondements d'une nomenclature géologique purent être posés, qui mirent définitivement d'accord les deux écoles divergentes des neptuniens et des plutoniens : les géologues comprirent qu'au lieu d'attribuer l'origine et la constitution du globe exclusivement, les uns, à l'action des eaux, les autres, à l'action du feu, il convenait de se faire de mutuelles concessions et de reconnaître que ces deux grands éléments avaient contribué, soit en collaboration, soit dans des périodes distinctes, à l'imposante structure de notre *molécule cosmique*.

La nomenclature a atteint aujourd'hui un majestueux développement, grâce à la constitution de la Société géologique de France, qui a eu bientôt des imitateurs dans tous les États de l'Europe, grâce surtout à nos deux éminents professeurs Munier-Chalmas et de Lapparent, qui, depuis 1892, ont commencé à présenter une échelle stratigraphique de dénominations empruntées à celles des grandes régions géographiques, et quelquefois à celles de localités spéciales, dans lesquelles les différents systèmes sont le mieux et le plus complètement représentés.

L'établissement de la carte géologique de France a, depuis longtemps, été reconnu comme étant du plus grand intérêt. La question fut portée devant la Convention en 1794 ; l'École des Mines venait d'être créée. Un décret porta que les Ingénieurs des Mines, chacun dans son arrondissement, seraient chargés de rassembler les éléments de la constitution minéralogique de notre pays. Aujourd'hui, le service de la carte géologique de France, placé sous la direction de M. Michel Lévy, de l'Institut, accomplit un véritable chef-d'œuvre dans l'établissement de la grande carte au $^1/_{80000}$ dont les dernières feuilles vont bientôt paraître.

Parmi les richesses de toute sorte que la terre cache mystérieusement dans son sein, la plus féconde est, sans contredit, l'élément si indispensable à l'existence de tous les êtres organisés, *l'eau*, dont la circulation superficielle est mathématiquement réglée par la fréquence ou la rareté des pluies, par la température de l'atmosphère, par les formes et les reliefs de notre globe ; l'eau, que la géologie nous aide puissamment à retrouver dans les profondeurs de la terre en nous permettant de suivre la marche, l'allure, la puissance des nappes que le sol doit emprisonner dans ses bancs perméables.

L'*hydrologie souterraine* est devenue une science, un art. Il est vraiment curieux de constater le nombre des systèmes par lesquels la naïveté des âges qui nous ont précédés expliquait le phénomène qui nous semble si simple et si naturel de l'origine et de la circulation de l'eau à la surface et à l'intérieur de la terre.

Ce n'est vraiment que vers le milieu du XVIIIe siècle que le philosophe de Maillet, dans ses entretiens *sur la diminution de la mer, la formation de la terre, l'origine de l'homme*, etc., avança l'opinion que notre globe était composé de couches déposées successivement par une mer dont la retraite graduelle avait mis à découvert nos continents. Et alors on entrevit le système réel du cycle des eaux atmosphériques et souterraines : l'eau de mer, sous l'action de la chaleur du soleil, se répand dans l'atmosphère en vapeurs qui retombent en pluie, neige, brouillard ou rosée, sur toute l'étendue des continents, restent à leur surface dans les dépôts des glaciers, coulent en partie dans les couches perméables qui viennent, en s'infléchissant, affleurer à la surface du sol, et là, poussées par leur propre poids, descendent, se meuvent et remontent comme dans les siphons renversés.

Tout s'explique donc très simplement par l'action combinée d'un agent, la chaleur solaire, et d'une seule force, la pesanteur.

Le monde savant étudie, en outre, l'eau dans ses mouvements et sa répartition dans l'atmosphère sous forme de vapeur condensée, c'est-à-dire dans le domaine de la *météorologie*, science qui se trouve ainsi liée étroitement à celle de l'hydrologue.

Les premiers principes d'hydrologie souterraine furent posés, en 1822, par Cuvier et Brongniart, dans leur *Description géologique des environs de Paris*. En 1829, les frères Flachat obtinrent, à la gare du canal de Saint-Ouen, avec un succès éclatant, les premières eaux jaillissantes trouvées dans le bassin de Paris.

Plusieurs autres savants : Héricart de Thury, Amédée Burat, Arago, Ch. Laurent, apportèrent successivement à la science de l'hydrologie, l'enrichissement de notions générales et précises de géologie appliquée à la découverte des eaux souterraines. Mais c'est surtout par les travaux admirables de Belgrand que furent nettement dégagés les principes de l'hydrologie générale, dans son ouvrage fondamental intitulé : *la Seine*; *Études hydrologiques; Régime de la pluie, des sources, des eaux courantes*. Il arrive à poser les lois précises du régime des sources et des cours d'eau superficiels, ainsi que celles de l'alimentation intermittente ou continue des nappes souterraines contenues dans les couches perméables ou fissurées.

L'œuvre de Belgrand est vraiment colossale : il a doté Paris d'eaux de sources, par la captation de celles de la Vanne à quelques kilomètres de Troyes, et de celles de la Dhuys à Pargny. Il songea à diluer les eaux d'égout dans un fort courant continu d'eau pure, et il fit commencer les deux grands puits artésiens de la place Hébert et de la Butte-aux-Cailles. Il sépara les canaux de distribution des eaux de sources qui, seules, doivent servir à l'alimentation, de ceux des eaux de rivière qui sont destinées aux services publics et aux usages industriels. Grâce à Belgrand et à ses éminents successeurs, les habitants de Paris peuvent disposer, par jour, de 650 000 mètres cubes d'eau, dont 200 000 sont fournis par les dérivations de sources.

C'est déjà insuffisant et on s'occupe, dès maintenant, de doter Paris des eaux du Loing et du Lunain pour pouvoir, en 1900, porter à 560 000 mètres cubes la consommation de l'eau de source, et on augmentera encore de 130 000 mètres cubes par jour la distribution de l'eau de rivière. Nous aurons ainsi plus de 370 litres par habitant et par jour.

M. Lippmann termine cette intéressante revue historique de la géologie en formant le vœu qu'il se crée une Société universelle qui entreprendrait de pénétrer dans les mystères, les phénomènes, les actions qui ont concouru à la formation de notre planète et à sa constitution actuelle :

« Que de choses pourraient être vérifiées sans qu'il soit nécessaire d'atteindre des profondeurs inimaginables, et qui feraient cesser le désaccord entre les savants. Telle, par exemple, l'existence du feu central dont la croyance est basée sur l'accroissement progressif de la température du sol avec la profondeur, sur les éruptions volcaniques, les sources thermales, et qu'on arriverait tout aussi bien à expliquer, avec toutes les conséquences qu'on lui attribue, en considérant ces effets comme engendrés par le jeu combiné d'actions électriques, magnétiques et chimiques ; l'intérieur de la terre, qui a échappé jusqu'ici à nos investigations, peut bien être comme un immense laboratoire, dans lequel le nombre infini de corps dont elle est constituée, réagissent les uns sur les autres, se décomposant, se recomposant, donnant lieu à des dégagements de chaleur, à des pressions dont nous n'avons l'idée que depuis les expériences modernes de MM. Moissan et d'Arsonval, de l'Institut, de M. Pictet, etc.

» Ne trouvons-nous pas encore une sorte de contradiction avec les idées les plus admises, dans la température glaciale des pôles, qui, par l'aplatissement de la terre, se trouveraient rapprochés de plus de 22 000 mètres du foyer central ? En leur appliquant, ce qui n'est évidemment pas exact, la loi d'accroissement de la chaleur souterraine de nos régions, le thermomètre atmosphérique y marquerait plus de 600° au-dessus de zéro. Ce chiffre vient, semble-t-il, plaider aussi en faveur d'un puits d'études, aux dimensions titanesques, dont la place devra être choisie, précisément, aussi près que possible du pôle boréal, pour tirer parti de son grand rapprochement du centre de la terre. »

E. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 18 janvier 1897.

Physique. — 1° *Méthodes pour comparer, à l'aide de l'étincelle électrique, les durées d'oscillation de deux pendules réglés sensiblement à la même période.* Note de M. G. Lippmann.

La méthode des coïncidences, généralement employée pour la comparaison des durées d'oscillations, devient d'une application difficile, lorsque ces durées deviennent sensiblement égales. La méthode suivante est, au contraire, d'un usage d'autant plus commode que les périodes sont plus près de l'égalité ; elle paraît être plus rapide et plus précise que les méthodes des coïncidences ; enfin, elle permet de comparer deux pendules quelconques, en les laissant en place, et sans les charger de pièces accessoires de masse appréciable.

Pour mesurer le rapport des durées d'oscillation des pendules A et B, on les éclaire par l'étincelle de décharge d'une bouteille de Leyde. A la lueur de cet éclair artificiel, les pendules paraissent parfaitement immobiles. On peut donc photographier leurs positions simultanées au moment de l'éclair ; on obtient ainsi deux clichés qui, plus tard, développés et mesurés micrométriquement, donneront les phases a et b de l'oscillation des deux pendules au moment de l'éclair. On attend ensuite quelque temps, puis on recommence l'expérience, en photographiant à la lumière d'une seconde étincelle les deux pendules sur deux plaques fraîches ; on obtient ainsi les phases simultanées a' et b' des deux pendules au moment de la seconde étincelle. Pendant l'intervalle de temps inconnu qui s'est écoulé entre les deux étincelles, le premier pendule a exécuté $n + a - a'$ oscillations, n étant un nombre entier, $a - a'$ une fraction ; le second pendule a exécuté, pendant le même temps, $n + b - b'$ oscillations. Le rapport cherché est donc

$$\frac{n + a - a'}{n + b - b'}.$$

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 11, p. 161.

2° *Loi de transparence des gaz pour les rayons X.* Note de M. L. Benoist, présentée par M. Lippmann.

Physique appliquée. — M. Potain présente, au nom de M. Serbanesco et au sien, une série de radiographies des extrémités, recueillies chez des sujets affectés de goutte ou de rhumatisme chronique.

Tandis que, chez les derniers, l'ostéite condensante des extrémités osseuses donne à celles-ci une opacité plus grande, chez les goutteux, au contraire, on remarque au niveau des extrémités des phalanges et des métacarpiens, parfois même sur le corps de l'os, des taches blanchâtres entourées le plus souvent d'une étroite auréole foncée. Ces résultats ont été obtenus sur le vivant.

La radiographie pourra donc aider le diagnostic, dans les cas où il y aura doute entre la goutte et le rhumatisme chronique osseux.

Chimie générale. — *Recherches sur l'hélium.* Note de M. Berthelot.

M. Berthelot a réussi à combiner l'hélium tant avec les éléments des carbures d'hydrogène qu'avec ceux du sulfure de carbone, avec le concours du mercure et l'influence de l'effluve électrique, et dans les mêmes conditions où il avait réalisé déjà la combinaison de l'argon.

Chimie-physique. — *Remarques sur les chaleurs spécifiques des gaz élémentaires et sur leur constitution atomique*, par M. Berthelot.

Chimie. — 1° *Classification des éléments chimiques.* Note de M. Lecoq de Boisbaudran;

2° *Sur la vitesse de la réduction de l'acide chromique par l'acide phosphoreux.* Note de M. G. Viard, présentée par M. Troost.

Chimie agricole. — *Sur la diminution de la matière azotée dans les blés du département du Nord.* Note de M. Balland.

En comparant ses recherches sur des blés récoltés dans l'arrondissement de Lille avec des recherches opérées par Millon, en 1848, dans la même région, M. Balland a pu constater que la matière azotée a diminué très sensiblement dans cette céréale. En 1848, elle était comprise entre 10,23 et 13,02 %; elle n'est plus aujourd'hui que de 8,96 à 10,62 %. La perte est donc très sensible.

L'influence des engrais azotés sur la richesse des blés en azote est connue, et les expériences de culture faites par M. Schlœsing prouvent que la proportion des matières azotées dépend essentiellement des ressources du sol en engrais propres à fournir de l'azote. Il est donc logique d'admettre que la proportion de cet élément doit aller en diminuant dans un sol qui s'appauvrirait en azote. Il importe d'attirer l'attention sur cette question, car la diminution des matières azotées dans les blés atteint directement l'alimentation générale.

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

Les Applications de l'électricité, par J. Sageret, Ingénieur des Arts et Manufactures. — Un volume in-8° de 350 pages, orné de 172 figures. — Édité par les Librairies-Imprimeries réunies (Ancienne Maison Quantin), Paris. — Prix : broché, **5** francs; cartonné, **6** francs.

La collection de la *Bibliothèque illustrée des Sciences et de l'Industrie* vient de s'augmenter d'un nouveau volume qui est consacré aux applications de l'électricité, et qui a le mérite de résoudre en notions simples et parfaitement intelligibles la quintessence des formules complexes et des abstractions mathématiques.

Cet ouvrage comprend trois divisions bien distinctes : la partie calorifique, la partie mécanique et la partie chimique. L'auteur y expose, non seulement toutes les applications relativement anciennes de l'électricité, mais encore celles qui, de nos jours, attirent le plus l'attention.

La première partie est consacrée aux transformations de l'énergie électrique en énergie calorifique : travail électrique des métaux, soudure électrique, applications chimiques, etc. Le chapitre le plus important est celui consacré à l'éclairage électrique.

La deuxième partie traite des transformations de l'énergie électrique en énergie mécanique : moteurs électriques et leurs principales applications (transmission de force, traction électrique, etc.), touage et embrayage magnétiques, télégraphie et téléphonie.

La troisième partie est consacrée aux transformations de l'énergie électrique en énergie chimique : électrolyse, dépôts (nickelage, argenture, dorure, galvanoplastie, production de l'aluminium, etc.), blanchiment, assainissement, ozone, etc.

Enfin, dans un appendice, l'auteur passe en revue les principaux compteurs électriques.

La Dynamo, par Hawkins et Wallis, traduit de l'anglais par E. Boistel *(Bibliothèque électrotechnique)*, deux volumes in-8° écu de 400 pages chacun, avec 320 figures dans le texte. — J. Fritsch, éditeur, Paris, 1896. — Prix des deux volumes : brochés, **15** francs, cartonnés, **16** fr. **50**.

Cet ouvrage s'adresse à tous ceux qu'intéressent l'étude, la construction et le fonctionnement des dynamos, et, quoique conçu à un point de vue essentiellement pratique, il renferme un exposé de toutes les théories mathématiques nécessaires pour comprendre le fonctionnement des dynamos tout en restant facilement accessible à tous les lecteurs : il tient donc un juste milieu entre les ouvrages d'ordre scientifique élevé par trop théoriques et les ouvrages dits de vulgarisation dont l'exactitude est parfois en défaut.

Cette étude est divisée en deux parties : la première comprend l'étude physique et mécanique de la dynamo, la seconde, inséparable de la première, et constituant la partie essentiellement pratique de l'ouvrage, renferme tout ce qui se rapporte aux calculs et à la construction de la dynamo. Quelques points sont, au cours de cette étude, traités avec un développement particulier, ce sont : la question des étincelles aux balais, celles du calage des balais, de l'échauffement, et de la construction des dynamos.

L'ensemble de l'ouvrage est conçu en vue d'aboutir à la construction des types fondamentaux de dynamos existants sans que les auteurs se soient préoccupés de l'étude de types spéciaux des différents constructeurs français, ce qui aurait fait dévier l'ouvrage du but qu'ils se sont proposés d'atteindre; c'est, du reste, la même raison qui leur a fait laisser de côté les questions relatives aux moteurs, aux stations centrales et aux systèmes de distribution, toutes questions spéciales qui doivent trouver leur place dans d'autres volumes de cette collection.

Annuaire de l'Observatoire Municipal de Montsouris pour l'année 1897 (Analyse et Travaux de 1895). — Un vol. in-18 de 664 pages, avec carte et figures dans le texte. — Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1897. — Prix : broché, **2** francs; cartonné, **2** fr. **50**.

L'*Annuaire de l'Observatoire de Montsouris* pour l'année 1897 contient le résumé des travaux de cet établissement, pendant l'année 1895, sur la Météorologie, la Chimie, la Micrographie et leurs applications à l'Hygiène. En dehors des nombreux tableaux et des descriptions de méthodes expérimentales que contient cet Annuaire, il y a lieu de mentionner spécialement une étude de M. Albert-Lévy sur l'*Analyse chimique de l'air et des eaux*, et le dix-huitième mémoire du docteur P. Miquel sur *les poussières organisées de l'air et des eaux*. Une carte des stations météorologiques de la région parisienne est annexée à l'ouvrage.

Étude d'une usine élévatoire pour irrigations, par MM. Vigreux et Milandre *(Encyclopédie de l'art de l'Ingénieur)*. — Un volume broché in-8° de 167 pages et un atlas renfermant XIX planches. — E. Bernard et Cie, éditeurs, Paris, 1896. — Prix : **20** francs.

Cet ouvrage constitue une étude complète d'une usine élévatoire pour irrigations; les auteurs ont pris comme programme l'installation d'une usine située dans une plaine près de l'embouchure d'un fleuve, et ils se sont proposé d'en étudier successivement tous les éléments, tant au point de vue des bâtiments que des chaudières, moteurs et machines élévatoires.

La première partie est consacrée au choix du système des machines élévatoires à adopter et au calcul de leurs dimensions. La seconde partie renferme l'étude complète d'une des machines à vapeur conduisant les roues élévatoires : choix du moteur, étude de l'appareil de distribution, calcul des organes du moteur et des dimensions principales des chaudières à vapeur et de la cheminée.

Enfin, dans la troisième partie, les auteurs recherchent la disposition générale qu'il est préférable d'adopter pour l'usine, évaluent le prix de revient de l'installation et déterminent le prix de revient du mètre cube d'eau élevée. Cet ouvrage peut, en leur servant de guide, rendre de grands services à tous les Ingénieurs qui ont à s'occuper d'installations hydrauliques de ce genre.

Guide pour le soufflage du verre, par le docteur H. Ebert, professeur de Physique à l'Université de Kiel. Traduit de l'allemand et annoté par P. Lugol. — Un vol. in-18 jésus de 191 pages, avec 63 figures. — Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1897. — Prix : **3** francs.

Le soufflage du verre, quand on suit une marche bien entendue, est un des travaux d'adresse manuelle les plus faciles et les plus profitables auxquels on puisse s'adonner. Avec l'importance de plus en plus grande que prennent, par exemple, les travaux d'Électrochimie et les phénomènes produits par la décharge dans les gaz raréfiés, des manipulations pratiques comme la soudure des électrodes, la construction des appareils à vide simples sont aussi importantes que les autres exercices.

Le guide du docteur Ebert constitue un cours gradué de soufflage du verre, divisé en cinq séries d'exercices, allant des plus simples aux plus difficiles et embrassant tout ce qui, en fait de travail du verre, est d'un emploi journalier dans le laboratoire.

L'Or, par H. Becker. — **1** vol. in-8° de 344 pages, avec 109 figures dans le texte. — J. Fritsch, éditeur, Paris, 1896. — Prix : broché, **6** francs; cartonné, **6** fr. **50**.

L'ouvrage de M. Becker est un aperçu général sur toutes les questions relatives à l'extraction et au traitement de l'or. L'auteur s'occupe d'abord de l'examen des minerais aurifères et de leurs gisements, du lavage des alluvions, etc., puis des divers traitements des minerais d'or proprement dits, divisés en deux classes principales : les minerais directement amalgamables, et les minerais réfractaires à l'amalgamation. Dans la première de ces classes, on étudie l'emploi multiple du mercure; dans la seconde, les divers procédés par lixiviation, la chloruration et la cyanuration.

En même temps, M. Becker passe en revue d'autres traitements spéciaux, comme ceux par voie de fusion et par voie électrolytique, et donne des détails intéressants sur la coupellation, l'affinage, etc. A ces nombreuses explications sont joints les descriptions exactes et les dessins des appareils employés.

Enfin l'auteur dit quelques mots de certains minerais auro-argentifères où l'argent est allié à l'or en quantité suffisante, non seulement pour être recueilli, mais aussi pour nécessiter d'autres procédés d'extraction.

A la fin du volume, un index alphabétique donne aux lecteurs la liste d'un grand nombre d'ouvrages à consulter sur le même sujet.

Neuere Kühlmaschinen, par le docteur H. Lorenz. — Un volume grand in-8° de 219 pages, avec 131 figures dans le texte. — R. Oldenbourg, éditeur, Munich, 1896. — Prix : **5** marks.

Dans son petit traité sur les *Nouvelles machines frigorifiques*, le docteur Lorenz étudie successivement : les méthodes employées pour produire le froid, et l'énergie absorbée par le refroidissement, la construction des compresseurs, les appareils qui servent à transmettre et à absorber la chaleur, le refroidissement des fluides et en particulier de l'air, la production de la glace, l'obtention et l'utilisation de températures extrêmement basses.

Le Génie Civil publie une analyse de tous les ouvrages techniques dont on lui fait parvenir deux exemplaires.

Le Gérant : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 14. N° 765. Samedi 6 Février 1897.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Électricité** : Distribution électrique de lumière et de force, à Briançon, p. 209; Ch. Dantin. — Transmission de la puissance motrice à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer *(suite)*, p. 211; G. Dumont et G. Baignères. — **Métallurgie** : Nouveau procédé pour la fabrication, à haute température, des barres métalliques de toutes sections, p. 214; N. Trébla. — **Mécanique** : Pont roulant électrique de 60 mètres de portée *(planche XIV)*, p. 216; G. Richou. — Expériences sur les coussinets en verre, p. 217. — **Études économiques** : Le progrès des industries textiles aux États-Unis, p. 218; E. Levasseur. — **Physique industrielle** : Chaudière multitubulaire système Reed, p. 220. — **Mines** : Statistique des industries minérales et des appareils à vapeur, en France, pour l'année 1895, p. 221. — **Informations** : Résultats obtenus par l'emploi d'un bon masque respirateur contre les poussières, p. 222; Ch. Bricogne. — Statistique de la construction des navires en 1896, p. 222. — École Centrale des Arts et Manufactures : Bal de l'Association amicale des anciens élèves de l'École, p. 222. Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils, séance du 22 janvier 1897, p. 223. — Académie des Sciences, séance du 25 janvier 1897, p. 223.
Bibliographie. — Revue des principales publications techniques, p. 223. — Ouvrages récemment parus, p. 224.

Planche XIV : Pont roulant électrique de 60 mètres de portée.

ÉLECTRICITÉ

DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE DE LUMIÈRE ET DE FORCE à Briançon.

Dispositions administratives. — Parmi les nombreuses distributions d'énergie électrique réalisées au cours de ces dernières années, l'une des plus intéressantes, par les combinaisons financières et administratives sur lesquelles elle repose, est certainement celle créée à Briançon (Hautes-Alpes), sur l'initiative du Génie militaire. Cette installation est, en effet, destinée à assurer, d'une part, l'éclairage électrique et la force motrice nécessaires aux établissements militaires de cette place forte et, d'autre part, à fournir à la municipalité et aux habitants de la ville l'énergie électrique qui leur est utile. C'est grâce à une entente entre les administrations civile et militaire, que l'installation unique que nous allons étudier a pu être réalisée, et cette entente, si désirable à tous égards, est malheureusement assez rare pour que nous ne croyions pas devoir signaler avec quelques détails les conditions dans lesquelles elle s'est produite.



Mont Chaberton (Italie). (3 135 mètres.) Redoute des Salettes. Fort du Château. Briançon (1 300 mètres). Sainte-Catherine-sous-Briançon. Col du mont Genèvre. (1 860 mètres.) Usine des Chappes. Vallée de la Durance. Mont Janus (France). (2 514 mètres.) Fort des Têtes. Gare du P.-L.-M.

Fig. 1. — Distribution électrique de Briançon : Vue de Briançon et de ses forts.

Quoique très bien partagée au point de vue des forces naturelles disponibles, puisque trois cours d'eau, la Durance et deux de ses affluents, parcourent son territoire, la ville de Briançon ne pouvait guère espérer voir une entreprise ordinaire utiliser ces forces pour fournir à ses habitants la lumière et la force motrice à domicile. Sa population qui, répartie en trois agglomérations distinctes, n'atteint guère, au



total, que 4500 habitants, n'est susceptible de consommer qu'une quantité relativement faible d'énergie électrique et, d'autre part, l'utilisation de l'un quelconque de ses trois cours d'eau pour la production de cette énergie ne pouvait avoir lieu, ainsi que nous le verrons, qu'à l'aide de travaux d'aménagement assez importants et ne pouvant être justifiés que par la création d'une usine d'une certaine puissance.

Les faibles ressources du budget municipal et la cherté du combustible n'avaient, d'ailleurs, pas permis jusqu'ici la création d'une usine à gaz, de sorte que, jusqu'au moment de la mise en service de l'installation que nous allons décrire, l'éclairage public de la ville de Briançon n'était assuré que par quelques lampes à pétrole parcimonieusement réparties. Aussi pendant les longs mois d'hiver, alors que le sol est recouvert d'une couche de neige ou de glace sans cesse renouvelée, la circulation dans les rues était-elle des plus difficiles et des plus pénibles, une fois la nuit arrivée.

Toutefois, si la ville de Briançon n'a qu'une faible population et ne dispose que de maigres ressources budgétaires, elle est, en revanche, le centre d'une place forte de premier ordre comportant divers établissements militaires très importants. Frappé des avantages qui résulteraient de l'adoption de la lumière électrique dans des garnisons où la rigueur du climat confine souvent les soldats dans leurs chambres, le service du Génie étudia le moyen d'utiliser les cours d'eau dont nous avons parlé à la production de cet éclairage. Divers projets furent présentés à la suite d'un concours ouvert entre les constructeurs, en 1889, concours dont le *Génie Civil* a donné le programme (1), mais aucun d'eux ne fut mis à exécution.

En 1891, sur la proposition du directeur du Génie de Briançon, la question fut reprise. A cette époque le service du Génie se préoccupait d'améliorer et de compléter un ensemble de câbles aériens, destinés à assurer le transport rapide et économique du matériel entre les magasins de la place et les services détachés. Or les projets étudiés n'étaient susceptibles de donner des résultats pratiques qu'à la condition de pouvoir disposer d'une force à bon marché, essentiellement divisible et distribuable. En même temps on envisageait l'emploi d'un supplément de force motrice pour le fonctionnement d'une usine frigorifique, de l'arsenal et des nouveaux ateliers de l'artillerie. Une évaluation sommaire des besoins montra que l'administration militaire serait un client assez important pour décider, abstraction faite de toute autre source de profits, un industriel à établir une usine électrique, et une conférence entre les divers chefs de service de la place de Briançon fixa à 170 chevaux la consommation minimum des divers établissements militaires. En tenant compte de l'extension probable de l'emploi de l'énergie électrique et de la consommation de la ville, on arrivait à trouver que la puissance de l'usine à créer devrait être de 500 chevaux.

Au lieu de procéder, comme elle l'avait déjà fait dans certains cas, à la création d'une usine purement militaire, l'administration de la Guerre résolut de s'adresser à un industriel. On ne peut qu'approuver cette décision en se rappelant que l'installation projetée devait desservir l'éclairage public de la ville de Briançon et même les besoins particuliers de ses habitants. On conçoit, en effet, que le service chargé de l'exploitation d'une usine électrique militaire se trouverait dans une situation délicate vis-à-vis des consommateurs. D'ailleurs, il est malaisé de trouver dans la troupe le personnel technique nécessaire : les hommes, lorsqu'il arrivent au corps, sont moins des ouvriers que des apprentis et l'armée est destinée à former des soldats et non des ouvriers. De l'avis des personnes les plus compétentes, le bon marché apparent de la main-d'œuvre militaire est un véritable trompe-l'œil; on s'en aperçoit facilement en serrant de près la question (2).

Sur sa demande, le service du Génie fut donc autorisé à ouvrir un concours entre tous les industriels français susceptibles d'entreprendre la création, à Briançon, d'une distribution de force et de lumière. Le but poursuivi était simplement d'amener un industriel à se charger de la fourniture de l'éclairage et de la force motrice aux établissements militaires moyennant des prix convenus et sous certaines conditions. L'administration de la Guerre entendait n'intervenir que pour rendre possible, au point de vue financier, la réalisation de l'entreprise : son rôle, une fois cette question d'organisation réglée, n'étant plus que celui d'un principal client, s'assurant divers avantages, mais ne s'occupant, en aucune façon, de l'exploitation proprement dite.

Cet appel à l'industrie privée constitue de la part du Ministère de la Guerre une innovation trop intéressante pour ne pas s'y arrêter quelques instants, car elle semble l'indice d'une orientation nouvelle dans la manière de comprendre les relations des Ingénieurs de l'État et de la grande industrie.

Jusqu'ici, les Ingénieurs de l'État ont presque toujours tenu à honneur, non seulement d'étudier dans leur service les besoins qui se produisent et de fixer les procédés les plus efficaces et les plus économiques pour y satisfaire, mais aussi d'arrêter, jusque dans les moindres détails, les éléments de la solution. En d'autres termes, il a paru, depuis déjà de longues années, que le rôle des Ingénieurs de l'État était de faire, dans toutes les occasions, un projet complet, et dans lequel toutes les dispositions, même les moins importantes, fussent parfaitement prévues et arrêtées. Aussi, dans le cas d'un travail exigeant le concours d'un industriel, ce dernier n'était-il admis, en somme, qu'à exécuter, sur plans et devis complètement fixés, un projet auquel il n'avait en rien collaboré.

Peut-être cette manière de faire a-t-elle donné de bons résultats, alors que l'industrie était encore dans l'enfance, mais il ne saurait en être de même actuellement. Les développements qu'ont atteints les différentes branches de l'industrie ont conduit les industriels à se spécialiser, pour ainsi dire, dans chacune de ces branches, et, grâce à cette spécialisation, ils ont pu acquérir dans leur art des connaissances qu'il est bien difficile à un Ingénieur chargé de services multiples de posséder au même degré. Cette situation a amené les Ingénieurs de l'État à demander une collaboration plus intime aux industriels et, au lieu d'être réduits au simple rôle d'agents d'exécution, ces derniers ont été appelés à émettre leur avis et à compléter des projets dont les grandes lignes seulement leur avaient été tracées. Dans beaucoup de cas, le choix d'un industriel n'a plus lieu simplement à la suite d'un concours d'adjudication au plus bas prix, concours souvent si décevant, mais à la suite d'un concours technique dans lequel les concurrents peuvent faire prévaloir les avantages de leurs méthodes ou de leurs procédés.

L'exécution des travaux ne peut que gagner à ce que les Ingénieurs de l'État tiennent compte des lumières des spécialistes, et il en résulte évidemment un supplément de garantie pour l'Administration. D'autre part, loin d'amoindrir le rôle de l'Ingénieur de l'État, c'est plutôt le relever que de lui demander une science assez générale pour apprécier l'ensemble des questions si diverses, si dissemblables même qui se présentent dans sa carrière, et une connaissance des détails assez étendue pour juger les propositions des spécialistes, en apprécier l'importance relative et, en fin de compte, arrêter son choix sur la solution la plus avantageuse.

Il est incontestable que les nouvelles relations des Ingénieurs de l'État et des industriels ne peuvent être que profitables aux intérêts du Trésor et à ceux de l'industrie nationale. Aussi est-ce avec une réelle satisfaction que l'on doit voir le département de la Guerre, une des administrations jusqu'ici les plus réfractaires aux innovations, entrer dans la nouvelle voie, et l'on ne peut que faire des vœux pour que cette administration ne s'en tienne pas à quelques décisions isolées, dans le genre de celle qu'elle a prise pour Briançon, mais qu'au contraire, cette méthode devienne une doctrine générale.

A la suite du concours ouvert en 1892, trois concurrents sérieux se présentèrent en fournissant, ainsi que le demandait le programme :

1° Un avant-projet, avec notice explicative, de l'usine et de la distribution à créer ;

2° Un projet de traité pour la fourniture de la lumière et de la force motrice aux établissements militaires.

Après examen de ces projets par le service du Génie, la préférence fut donnée à celui présenté par MM. Guitton et Bertolus, Ingénieurs-électriciens à Saint-Étienne, ayant déjà établi de nombreuses stations centrales d'électricité. Un marché fut passé avec ces industriels par le Ministère de la Guerre, le 4 août 1893, pendant que, de son côté et sur la recommandation du service du Génie, la municipalité accueillait favorablement la demande en concession présentée par eux. Cette concession, en date du 5 juillet 1893, accordait à MM. Guitton et Bertolus, moyennant certaines conditions, le droit exclusif d'établir une canalisation électrique sur tous les terrains dépendant de la voirie urbaine pendant une période de trente ans.

Nous n'insisterons pas sur le traité intervenu entre les concessionnaires et la Ville de Briançon : nous nous bornerons à dire que cette dernière garantissait à l'entreprise une recette minimum de 4000 francs par an et non susceptible de réduction pendant dix ans. Quant aux prix de vente de l'énergie électrique pour les particuliers, ils étaient fixés à 3 francs par bougie et par an pour l'éclairage des habitations et magasins jusqu'à 10 heures du soir, à 4 francs pour les établissements ouverts jusqu'à minuit, et 5 francs pour ceux susceptibles de rester éclairés toute la nuit. Pour la force motrice, les prix sont de 350 francs pour un cheval de dix heures et par an, de 200 francs pour un demi-cheval et de 125 francs pour un quart de cheval.

Le marché conclu entre le Ministère de la Guerre et les concessionnaires mérite une mention toute spéciale en raison de sa nouveauté et des divers travaux et fournitures auxquels il s'applique. Ce traité, dont la durée est de neuf ans, et qui est prorogeable de trois en trois ans, s'applique, en effet :

1° Aux travaux à exécuter pour l'établissement, les réparations et le remplacement des canalisations et appareils à installer en vue de l'éclairage et du transport de la force dans les divers bâtiments militaires ;

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XX, n° 20, p. 334.

(2) Un homme sous les drapeaux coûte de 420 à 450 francs par an. Si l'on tient compte du travail produit et de ce fait, qu'en raison des exigences du service, il faut disposer de deux hommes pour avoir un travailleur, on voit que la main-d'œuvre militaire est loin d'être gratuite.



2° A la fourniture de l'éclairage et de la force dans ces établissements;

3° A l'entretien normal des canalisations et appareils d'utilisation installés dans les bâtiments militaires.

Les projets des installations à effectuer à l'intérieur des bâtiments militaires devaient être dressés par les entrepreneurs et soumis à l'approbation des chefs de service intéressés. Les travaux étaient exécutés conformément aux ordres de ces chefs de service et payés suivant les prix d'une série annexée au marché et d'après les règles fixées par le cahier des clauses et conditions générales des travaux militaires. Une amende était spécifiée en cas de retard dans l'exécution.

Le courant électrique doit être mis à la disposition du service militaire tous les jours de l'année et pendant vingt-deux heures par jour. Le prix de l'hectowatt est fixé à 0 fr. 06 pour l'éclairage, sans que le nombre de lampes à desservir soit prévu au contrat, mais la redevance annuelle minimum relative à cet éclairage est fixée à 10 000 francs.

Le prix du cheval-heure est fixé à 0 fr. 09 et le minimum de redevance pour force motrice est de 3 600 francs.

En aucun cas les frais d'installation intérieure ne pourront dépasser 25 francs par lampe.

Le prix de l'entretien des installations intérieures, non compris le remplacement des lampes, est fixé annuellement à 2 000 francs, cette somme représentant le salaire d'un homme exclusivement attaché à ce service et les menues fournitures nécessaires.

Enfin, les concessionnaires doivent fournir gratuitement le courant nécessaire pour essayer les lampes, projecteurs ou moteurs qui ne doivent fonctionner normalement qu'en temps de guerre, et ils consentent une réduction de 15 %, sur les prix des abonnements particuliers, aux officiers et sous-officiers non logés dans les bâtiments de l'État.

Lorsque, par suite d'accidents ou de toute autre cause, l'usine génératrice ne pourra plus suffire à la satisfaction de tous les besoins, l'administration militaire jouira de la priorité et l'énergie disponible sera employée tout d'abord à l'éclairage de ses bâtiments.



FIG. 2. — DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE DE BRIANÇON : Vue générale de l'usine.

D'autre part, en plus des garanties de consommation minimum, tant pour la force motrice que pour l'éclairage, consenties plus haut, l'État garantit aux concessionnaires une recette supplémentaire de 2000 francs, en force ou en lumière, à provenir soit des établissements militaires, soit d'abonnements particuliers contractés au prix du tarif du traité passé avec la Ville de Briançon.

Cette recette supplémentaire de 2 000 francs ayant été couverte, dès l'origine, par des abonnements particuliers, il en résulte qu'en définitive la somme garantie par l'État ne s'élève qu'à 15 600 francs.

Le minimum de 3 600 francs garanti pour la force motrice correspond à la dépense d'un moteur de 12 chevaux installé au fort du Randouillet pour actionner le câble transporteur de Sainte-Catherine-Randouillet-Infernet. D'autre part, d'après les évaluations très précises des corps et services intéressés, la somme de 10 000 francs à payer pour l'éclairage, augmentée de la part proportionnelle de l'abonnement d'entretien et de frais de remplacement des lampes, ne dépasse pas le total des sommes précédemment dépensées par ces corps ou services pour l'éclairage au pétrole des bâtiments qui leur sont affectés.

L'organisation de la distribution de lumière et de force n'augmente donc pas les dépenses annuelles de l'État, dont les sacrifices se trouvent limités, par suite, aux seuls frais de première installation à l'intérieur des bâtiments militaires. L'amélioration qui en résulte est, d'ailleurs, assez importante pour justifier amplement cette dépense.

Il importe, en outre, de remarquer que, en cas de besoin, il serait facile de transporter le courant en un point quelconque de la place, pour alimenter des projecteurs, actionner les moteurs nécessaires pour l'exécution rapide de certains travaux, etc., et, à ce point de vue, la distribution d'énergie devient un important outil de la défense.

Enfin, il y a lieu de faire remarquer qu'on s'est attaché, dans le marché intervenu, à définir nettement les rapports des entrepreneurs avec les chefs de services, de façon à éviter les conflits et les ordres contradictoires. Le système admis, à cet effet, est le suivant:

a) Autorités chargées de régler les questions relatives à l'établissement, l'entretien et le remplacement des canalisations et appareils divers dans les bâtiments militaires: chef du Génie ou commandant d'Artillerie, selon le cas;

b) Autorité compétente en tout ce qui concerne l'exploitation: sous-intendant militaire.

Les avantages que la population civile retire de l'installation d'une distribution électrique ne sont pas moindres que ceux dont bénéficient les établissements militaires. L'éclairage public qui, ainsi que nous l'avons fait remarquer, était si défectueux, a pu être convenablement distribué et aménagé. D'autre part, sans parler des applications directes de l'électricité, dont le nombre augmente chaque jour, le fait de pouvoir disposer à Briançon d'une force motrice à bon marché est de nature à développer la prospérité de cette ville et à y amener la création de nouvelles industries.

Il est inutile de faire remarquer ici que c'est augmenter la richesse d'un pays que d'en utiliser les forces naturelles. Nous nous bornerons donc à constater que l'initiative prise par l'autorité militaire a été féconde à tous égards et qu'on ne saurait trop louer l'entente parfaite entre les divers intéressés, entente sans laquelle l'installation que nous venons de signaler n'eût pas été réalisable.

Dans la suite de cet article, nous étudierons les dispositions techniques adoptées pour répondre au programme que nous avons exposé et nous verrons qu'elles n'ont pas donné de résultats moins satisfaisants que ceux obtenus par les combinaisons financières dont nous avons parlé.

(A suivre.) Ch. DANTIN.

TRANSMISSION DE LA PUISSANCE MOTRICE
à l'aide de l'électricité
aux engins des gares de chemins de fer.

(Suite[1].)

6° **Plan incliné à chaîne d'entraînement pour tricycles à bagages.** — *Programme.* — L'appareil a été étudié pour élever, comme les monte-charges de la gare, les tricycles chargés de colis depuis le niveau des cours extérieures jusqu'au niveau des voies, soit à une hauteur de 5 mètres.

Les plans inclinés ne fonctionnent que lorsque les monte-charges deviennent insuffisants.

Appareil hydraulique. — Chaque plan incliné à commande hydraulique se compose :

1° D'un plancher incliné de 30° sur l'horizontale;

2° De deux chaînes latérales sans fin pour l'ascension et d'une chaîne médiane sans fin pour la descente.

Des tôles de guidage forment couloirs;

Une ornière guide la petite roue des tricycles et l'empêche de pivoter;

Un bâti métallique soutient le tout.

Deux moteurs hydrauliques actionnent les chaînes; chacun d'eux commande une chaîne latérale et peut actionner la chaîne médiane en passant par l'intermédiaire d'un pignon additionnel et d'un embrayage. Les deux moteurs et leurs appareils de manœuvre sont sur une plate-forme reliée au sol par un escalier.

Appareil électrique. — Pour transformer la commande hydraulique en une commande électrique sans rien changer à l'appareil lui-même, il suffit de remplacer les deux moteurs hydrauliques par un seul moteur électrique de 38 chevaux de force qui met en mouvement les roues d'entraînement situées à la partie supérieure.

Ce moteur électrique attaque l'arbre unique des pignons par une vis tangente qui présente moins d'inconvénients dans le cas où le moteur tourne toujours dans le même sens que dans celui où il existe deux sens de marche.

Nous avons supposé que le moteur électrique serait fixé sur une console boulonnée à deux des poutres du treillis qui soutiennent l'ensemble du plan incliné.

L'un des embrayages de la chaîne de descente a été supprimé et reporté sur l'arbre de la roue d'entraînement d'une des chaînes de montée.

Il s'agissait ici de modifier un appareil existant aussi simplement que possible; mais pour un appareil à créer, et si les circonstances l'exigeaient, on pourrait installer le moteur à terre, en un point quelconque. Il commanderait alors par roue et pignon un arbre intermédiaire portant trois tambours et relié par deux courroies droites et une croisée à des poulies calées sur les arbres des roues d'entraînement et doublées chacune d'une poulie folle.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 9, p. 133; n° 10, p. 149; n° 11, p. 162; n° 12, p. 181; n° 13, p. 196.



Nous avons prévu un seul moteur dont le rendement, à demi-charge, sera encore satisfaisant et qui, dans le cas actuel, conduira à une solution moins coûteuse et exigera moins d'accessoires que deux moteurs isolés. En adoptant un moteur shunt on tournera à la même vitesse quelle que soit la charge. Or, une vitesse constante est nécessaire, dans le cas du plan incliné, pour permettre l'entrée et la sortie des tricycles dans de bonnes conditions.

Avec l'eau sous pression on ne pouvait employer un moteur unique; ce moteur eut dépensé, en effet, dans tous les cas, le volume d'eau nécessaire aux deux chaînes de montée chargées.

En ce qui concerne maintenant les organes de distribution du courant électrique, comme il suffit d'avoir un seul régime de vitesse, le rhéostat d'excitation devient inutile. L'interrupteur, placé en un point quelconque, comportera seulement un rhéostat d'induit pour le démarrage et sera précédé de plombs fusibles.

L'installation est, comme on peut s'en rendre compte, des plus simples, puisque l'appareil n'exige aucune manœuvre automatique.

Si le moteur est suspendu, comme nous l'avons supposé, l'interrupteur à rhéostat pourra être fixé sous la console même et sera actionné, du bas, à l'aide de deux cordes.

Une échelle permet d'accéder au moteur.

Dépenses comparées. — Nous avons établi le prix de revient de la transformation de l'appareil à commande hydraulique en un appareil à commande électrique, ainsi que le prix d'une manœuvre. Voici les résultats auxquels nous sommes arrivés :

Le prix d'établissement a été pour l'appareil hydraulique de . . . . Fr.	52 900
Le prix de l'appareil électrique serait de.	55 000
Soit une différence en plus pour l'appareil à commande électrique de. . . . . . . Fr.	2 100

Quant à la dépense pour l'élévation d'un tricycle, elle est de :

1° Pour l'appareil hydraulique . . . . Fr.	0,090
2° Pour l'appareil électrique	0,106
Soit une économie en faveur de la commande hydraulique de . . . . Fr.	0,016

soit de 27 °/₀.

7° **Grues à pivot.** — La gare des messageries de Paris-Saint-Lazare possède sur ses quais, au premier étage, cinq grues à pivot dont quatre de 1 500 kilogr. et la cinquième de 5 000 kilogr., mues toutes cinq par l'eau sous pression. Nous allons étudier la transformation à faire subir à ces deux types de grues dans le cas de l'emploi de l'électricité.

Grues fixes de chargement de 1 500 kilogr. — *Programme.* — Le programme auquel devaient satisfaire les grues de 1 500 kilogr. à manœuvre hydraulique était ainsi défini :

Charge minimum à soulever en marche continue. .	kilogr.	1 850
Hauteur maximum du levage.	mètres.	6
Vitesse d'ascension par seconde.	—	1,05 à 1,27
Portée	—	6,50
Laps de temps accordé pour une révolution de 360°	secondes.	43 à 46

Appareil hydraulique. — La grue à manœuvre hydraulique qui a été installée se compose : d'un pivot tournant, d'une flèche reliée au pivot par des tirants et, au bas de celui-ci, d'un tambour sur lequel s'enroulent les deux chaînes d'orientation.

Un cuvelage en fer et tôle contient l'appareil d'orientation, un socle portant le guidage du pivot tournant et la crapaudine. La chaîne de levage mouflée à quatre brins est actionnée pendant la montée par le piston d'une presse à simple effet placée verticalement dans le pivot. La descente s'effectue sous l'action de la charge ou d'un contrepoids fixé au-dessus du crochet.

De même les deux chaînes d'orientation sont mouflées à deux brins et chassées par les pistons de deux presses à simple effet disposées horizontalement.

Les manœuvres s'effectuent à l'aide de deux leviers :

Le premier levier commande la distribution de la presse de levage et peut occuper les trois positions : montée, arrêt, descente.

Le deuxième levier, relié au tiroir commun des deux presses d'orientation, donne la rotation dans chaque sens ou le repos.

Après un tour complet, la distribution est intervertie automatiquement et la rotation recommence en sens inverse.

Appareil électrique. — Si on examine maintenant la question de la substitution des moteurs électriques aux moteurs hydrauliques on reconnaît tout d'abord que, pour obtenir la vitesse de levage indiquée au programme, soit de 1ᵐ05 à 1ᵐ27 par seconde, il serait nécessaire de moufler la chaîne de levage.

Mais si l'on remarque que la vitesse ordinairement adoptée pour les grues de 1 500 kilogr. à commande mécanique est de 0ᵐ60 par seconde, on peut admettre qu'une diminution de vitesse n'a pas d'inconvénient sérieux.

Dans le cas particulier, la durée de la manœuvre ne serait augmentée que de :

$$\frac{6^m}{0^m 60} - \frac{6^m}{1^m 20} = 5 \text{ secondes.}$$

Ceci admis, on peut étudier le cas où le treuil qui tire sur la chaîne de levage est fixe et celui où il est mobile avec le pivot de la grue.

Dans le premier cas, la chaîne doit traverser le pivot et sa crapaudine; elle subit une torsion pendant l'orientation.

Dans le deuxième cas, il faut augmenter l'effort nécessaire pour produire l'orientation, mais cet effort reste relativement faible.

La deuxième solution présente donc moins d'inconvénients que la première solution et c'est celle que nous avons adoptée.

Quant à l'orientation, elle peut être commandée par un moteur électrique ou à la main.

Avec un moteur, on attaquerait par vis tangente une couronne dentée solidaire du pivot.

Mais pour les grues de faible puissance, on peut éviter cette dépense car il est facile de tirer sur une corde fixée à la flèche, c'est ce que nous avons admis dans le projet de transformation des grues de 1 500 kilogrammes.

La figure 1 donne la vue de cette grue munie du moteur électrique. On a admis que le treuil était à vis pour permettre l'arrêt de la charge

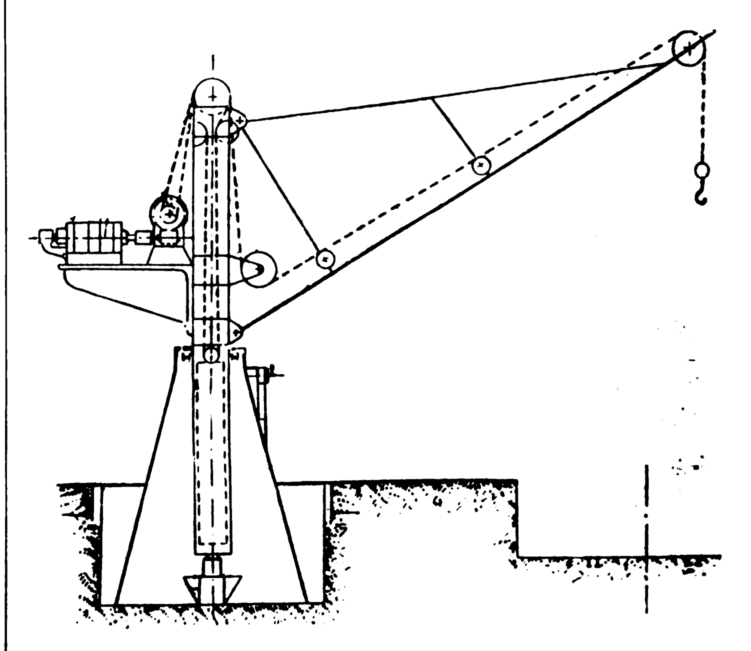


Fig. 1. — Vue d'une grue fixe de chargement de 1 500 kilogr., avec moteur électrique.

en un point quelconque; il est fixé au pivot du côté opposé à la charge qu'il équilibre ainsi en partie.

Un moteur d'une puissance de 17 chevaux suffit grâce à l'équilibrage de la moitié de la charge $\left(\frac{1\,500^{kg}}{2}\right)$ par un contrepoids de 1 500 kilogr. ayant une chute de 3 mètres à l'intérieur du pivot tournant. Ce contrepoids est suspendu à la chaîne de levage renvoyée, à cet effet, sur des poulies en tête du pivot et mouflée.

Le moteur est à excitation shunt.

L'appareil de manœuvre est un interrupteur de démarrage fixé contre le socle à 1ᵐ20 environ du sol.

Si on désirait un arrêt rapide on pourrait l'obtenir en disposant, sur l'arbre du moteur, un frein à bande actionné par un levier voisin de l'interrupteur.

Dépenses comparées. — Nous avons calculé les dépenses à prévoir pour la transformation de la grue hydraulique en grue électrique ainsi que le coût d'une manœuvre complète.

Il résulte de ces calculs que :

Les dépenses de premier établissement ayant été :

Pour la grue hydraulique de. . . . . Fr.	12 300
Et celle de la grue électrique étant de.	14 300
Il y a une plus value pour l'appareil électrique de Fr.	2 000

Mais le prix de revient d'une manœuvre complète, comprenant : la levée de 1 500 kilogr. à 6 mètres de hauteur, le retour du crochet à son niveau primitif et deux rotations de 360°, est :

Pour l'appareil hydraulique de . . . . Fr.	0,043
Pour l'appreil électrique de.	0,033
Soit en faveur de l'électricité une économie de . Fr.	0,010

GRUE FIXE DE CHARGEMENT DE 5 TONNES. — *Programme.* — L'appareil hydraulique installé à la gare Saint-Lazare, devait satisfaire au programme suivant :

Charge maximum à soulever	5 000 kilogr.
Course du levage	6 mètres.
Vitesse du levage par seconde	0m85 à 0m50
Portée	6m50
Orientation 360° en 52 à 73 secondes.	

Appareil hydraulique. — Les dispositions de la grue de cinq tonnes sont les mêmes que celles de la grue de 1 500 kilogr. étudiée au chapitre précédent.

La grue se compose d'un pivot tournant guidé au milieu de sa longueur et relié à une flèche par des tirants.

Le levage et l'orientation s'opèrent comme dans le cas précédent, par une presse verticale contenue dans le pivot et par deux presses horizontales placées dans le cuvelage qui porte aussi le guidage du pivot et sa crapaudine.

La presse du levage est à piston différentiel.

L'eau à la pression de 50 kilogr. agit sur l'une des faces du piston quand la charge est supérieure à trois tonnes et sur les deux faces quand elle est inférieure à trois tonnes.

Il existe trois leviers de manœuvre : deux pour le levage et un pour l'orientation.

Le premier levier commande la distribution sur la face inférieure du piston de levage et sert lorsque la charge à soulever dépasse 3 tonnes.

Le deuxième levier commande la distribution sur la face supérieure annulaire du piston.

On l'actionne en même temps que le premier lorsque la charge est inférieure à trois tonnes. La descente s'effectue sous l'action de la charge ou d'un contrepoids que porte la chaîne.

Enfin, le troisième levier agit sur le tiroir commun aux deux presses horizontales.

Appareil électrique. — Après avoir étudié les conditions de transformation de l'appareil ci-dessus décrit, en vue de la manœuvre par l'électricité, nous nous sommes arrêtés aux dispositions suivantes :

Levage à la vitesse constante de 0m 30 par seconde (au lieu de la vitesse variable de 0m 85 à 0m 50 de l'appareil hydraulique);

Emploid'un moteur à excitation shunt pour actionner un treui lfixe avec chaîne traversant le pivot de la crapaudine et sans équilibrage.

Orientation par un moteur électrique, vis et couronne dentée.

Les deux treuils sont placés dans le cuvelage.

Les appareils de manœuvre consistent en deux inverseurs à rhéostats de démarrage fixés sur le socle à 1m 20 du sol et en un levier pour la commande du frein de descente.

Dépenses comparées. — Nous avons calculé les dépenses à prévoir pour la transformation de la grue hydraulique en grue électrique ainsi que le coût d'une manœuvre complète.

Il résulte de ces calculs que :

Le prix d'établissement a été pour l'appareil hydraulique de . . . . Fr.	19 000
Il serait pour la transformation de cet appareil en vue de sa manœuvre électrique de	29 400
Soit une plus-value pour l'appareil électrique de Fr.	10 400

Une manœuvre complète comprenant le levage sous charge (5 tonnes) la descente à vide et deux rotations de 360°, coûterait :

Avec l'appareil hydraulique . . . . Fr.	0,113
— électrique	0,132
Soit en faveur de l'hydraulique . . . . Fr.	0,019

Dans le cas qui nous occupe, il était sinon impossible, du moins fort difficile d'équilibrer la charge. Indépendamment des changements de forme qu'il aurait fallu faire subir à l'appareil, on serait arrivé à charger considérablement la partie inférieure du pivot, ce qui eût présenté un inconvénient sérieux. Si donc, pour la grue de 1 500 kilogr., nous avons jugé utile d'adopter l'équilibrage de la charge et un moteur mobile, il nous a paru préférable d'adopter pour la grue de cinq tonnes, le levage par un moteur fixe, mais nous sommes arrivés forcément à ce résultat : que dans le cas où, dans un appareil de levage, on ne peut pas équilibrer la charge, le prix d'établissement et le prix de revient de la manœuvre augmentent considérablement.

B. Canalisation, distribution et production de l'énergie. Capital de premier établissement. — Après avoir indiqué comment on pourrait modifier chacun des engins de manutention de la gare de Paris-Saint-Lazare, pour substituer la commande électrique à la commande hydraulique, et, après avoir évalué le coût de cette transformation ainsi que le prix de revient d'une manœuvre dans l'un et dans l'autre cas, il convient d'étudier le mode de distribution de l'électricité aux moteurs, les conditions de production de cette électricité et de dresser avec tous ces documents le devis des frais de premier établissement.

Afin de rendre la lecture de notre étude plus facile, nous l'avons débarrassée des calculs pour ne retenir que leurs résultats.

Canalisation. — Pour alimenter les moteurs électriques des engins de manutention étudiés plus haut, on a prévu une distribution en boucle avec câbles de section décroissante partant de l'usine d'électricité existante sous le pont de l'Europe et dont le tracé est indiqué sur le plan général que nous avons donné au commencement de la deuxième partie de cette étude.

Les deux câbles à section décroissante qui constituent le circuit général de distribution spécial aux moteurs, suivent exactement le tracé adopté pour la canalisation hydraulique. Ils ont une section moyenne de 600 millimètres carrés et une longueur (aller) de 1 500 mètres.

Ces 1 500 mètres de canalisation ont été estimés à Fr.	81 000
Les branchements secondaires qui ont une largeur totale de 300 mètres ont été évalués à	9 000
Ce qui donne pour la canalisation électrique un total de . . . . Fr.	90 000

Nous avons calculé l'énergie nécessaire aux moteurs aux diverses heures de la journée et nous en avons déduit les types d'accumulateurs qui, suivant notre projet, alimentent seuls, en tout temps, la distribution de force aux moteurs, sous une tension de 350 volts.

Ces accumulateurs auraient à fournir une puissance moyenne de 60 chevaux (basée sur la consommation journalière) et une puissance maximum de 170 chevaux (pendant les heures chargées).

Les moteurs électriques fonctionnant ensemble (mais avec cette condition qu'il n'y a qu'un seul monte-wagons en marche à la fois) exigeraient :

En marche	890 chevaux.
Au démarrage	1 780 —

Les accumulateurs seraient chargés d'une manière régulière par un transformateur de 200 kilowatts. Cet appareil alimenté par le courant à 75 volts des dynamos de l'usine d'électricité de la gare, fournirait aux accumulateurs un courant de charge de 400 volts.

Le calcul indique que, dans ces conditions, les dynamos existantes devraient fournir par an, pour la charge des accumulateurs, 550 000 kilowatts-heure.

Rendement. — Si maintenant on admet un rendement de 90 % pour la ligne, de 80 % pour les accumulateurs et de 90 % pour les transformateurs, on trouve que l'énergie absorbée par les moteurs est à celle fournie par les dynamos dans le rapport de :

$$0,90 \times 0,80 \times 0,90 = 0,649.$$

Comme d'autre part, le rendement global des engins est, d'après nos calculs, d'environ 0,40, il en résulte que le rendement en travail utile est d'environ :

$$0,649 \times 0,40 = 0,26.$$

Ce rendement est évidemment peu élevé, mais il se trouve com pensé par le bas prix de revient de l'énergie dans le cas particulier que nous examinons.

Accumulateurs. — D'après nos calculs, la batterie d'accumulateurs devrait être composée de 175 éléments pouvant fournir à la décharge :

Un débit limite de	1 680	ampères correspondant à		800	chevaux disponibles	
— fort	653	—	—	300	—	
— faible	323	—	—	150	—	

Le premier régime correspond à la mise en marche simultanée de la moitié des moteurs.

Le deuxième régime correspond au démarrage d'un monte-wagons,

Le troisième régime, enfin, s'applique à la marche des moteurs pendant les heures chargées.

Quant à la charge de la batterie, elle peut se faire :

1° A un régime fort (492 ampères), ce qui nécessite, sur les volants des machines à vapeur, 370 chevaux;

2° Au régime normal (323 ampères), ce qui nécessite, sur les volants des machines à vapeur, 243 chevaux.

On a vu plus haut que les accumulateurs devaient fournir une puissance moyenne de 60 chevaux qui, pour 24 heures, donnent $60 \times 24 = 1\,440$ chevaux-heure.

En tenant compte des rendements (0,8 pour les accumulateurs; 0,9 pour les transformateurs; 0,9 pour la dynamo et 0,9 pour la transmission mécanique (courroie) des machines aux dynamos), il faut, par conséquent, fournir aux accumulateurs :

$$\frac{1\,410}{0,8 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,9} = \frac{1\,440}{0,58} = 2\,450$$

chevaux-heure en nombre rond.

Ce qui nécessite que l'on fasse fonctionner deux unités électro-mécaniques de l'usine, de 150 chevaux chacune, pendant environ huit heures quinze minutes.

En ce qui concerne l'installation de la batterie, il faudra prévoir, en outre, des appareils habituels de manœuvre, de mesure, de con-

trôle et de sécurité, un premier conjoncteur-disjoncteur automatique sur le circuit de charge à 400 volts, qui sera coupé si le courant y devient nul, et un deuxième conjoncteur-disjoncteur automatique sur le circuit général de décharge, qui sera coupé lorsque la puissance demandée deviendra égale à 800 chevaux (I = 1 680 ampères).

On n'aura pas besoin de réducteur, les moteurs pouvant subir sans inconvénient les variations de voltage de 5 % $\left(\frac{2\text{ volts} - 1{,}9\text{ volts}}{2\text{ volts}} = 0{,}05\right)$ à prévoir pendant une décharge irrégulière.

Dépenses. — Les dépenses à prévoir pour la production et la distribution de l'énergie nécessaire au fonctionnement des engins de transbordement, de manutention et de lavage, peuvent être estimés comme suit :

Batterie d'accumulateurs (éléments, accessoires, bâtiments, etc.) . . . Fr.	200 000
Canalisation (chiffre justifié ci-dessus)	90 000
Transformateur	48 000
Les appareils de transbordement, manutention et levage, auraient coûté	749 000
Ce qui donne un total général de . . . . . . Fr.	1 087 000

Il résulte maintenant des renseignements fournis par MM. Bouissou et Dereins dans leurs notes publiées, en 1892, par la *Revue Générale des Chemins de fer*, et de ceux que nous avons pu recueillir, que le prix d'établissement de toute l'installation hydraulique se décompose comme suit :

Accumulateurs hydrauliques, usine hydraulique et canalisation . . . Fr.	1 105 700
Appareils de transbordement, manutention et levage à commande hydraulique	791 900
TOTAL GÉNÉRAL en nombre rond . . . . . . Fr.	1 897 600

DÉPENSES COMPARÉES. — Il n'est pas inutile de mettre en regard les éléments de dépenses relatifs aux deux installations que nous comparons :

Nature des dépenses.		Dépenses de : l'installation hydraulique.	l'installation électrique.
Usine	Bâtiment . . . Fr.	102 500	33 750 (1)
	Outillage	156 400	48 000
Canalisation	Égouts	564 700	40 000
	Conduites	160 000	50 000
Accumulateurs		122 100	166 250
Appareils complets (fondations comprises)		791 900	749 000
DÉPENSES TOTALES . . . . Fr.		1 897 600	1 087 100

Il y aurait donc une économie de 810 050 francs dans les dépenses totales de premier établissement en faveur de l'électricité, malgré les conditions défavorables dans lesquelles nous nous trouvons par suite :

1° Du voltage élevé de la distribution électrique par rapport au voltage réduit choisi pour la distribution de l'électricité pour éclairage, ce qui nécessite l'emploi d'un transformateur;

2° De la grande puissance absorbée par les monte-wagons, ce qui nécessite une batterie d'accumulateurs électriques très puissante.

Il y a également lieu d'attirer l'attention sur l'importante économie réalisée, dans le cas de l'emploi de l'électricité, sur la chapitre Canalisation, et sur celle qui résulte de ce que nous utilisons une usine existante à laquelle on apporte seulement quelques modifications relativement peu coûteuses.

G. DUMONT et G. BAIGNÈRES,
Ingénieurs des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

MÉTALLURGIE

NOUVEAU PROCÉDÉ POUR LA FABRICATION à haute température des barres métalliques de toutes sections.

On emploie depuis quelque temps, en Angleterre et en Allemagne, pour la fabrication des barres métalliques, un nouveau procédé qui supprime la plupart des inconvénients que présente le système de laminage généralement employé jusqu'à ce jour. Ce nouveau procédé, imaginé par M. A. Dick, consiste à refouler, au travers d'une matrice située à l'extrémité d'un cylindre, le métal à travailler, placé dans ce même cylindre, après avoir amené ce métal, au moyen d'une chauffe préalable, à l'état plastique nécessaire pour faciliter son passage dans la matrice.

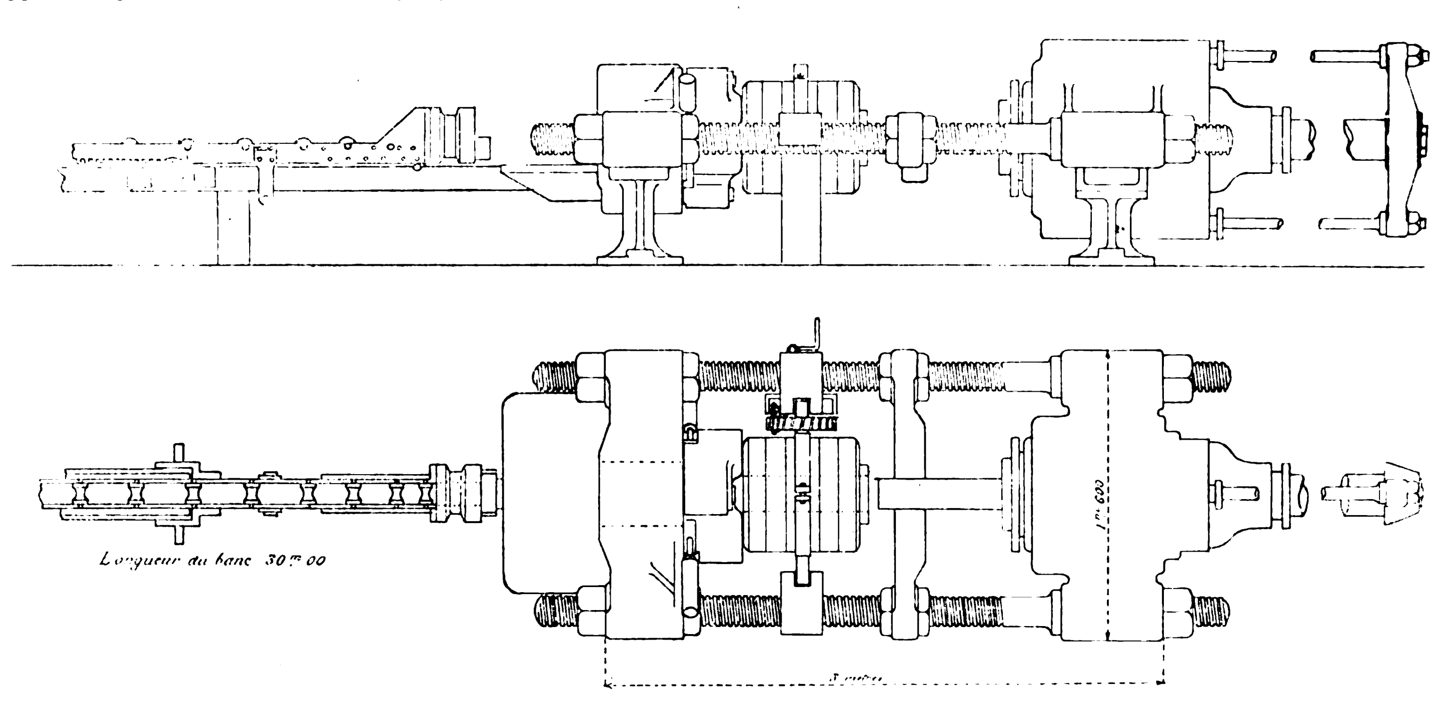


FIG. 1 et 2. — Élévation et plan de l'ensemble de l'appareil Dick.

Il y a déjà longtemps, que le principe de la compression est appliqué à la fabrication des tuyaux en plomb ; mais, dans ce dernier cas, le métal est travaillé à une température relativement basse, tandis que, dans le cas actuel, la masse métallique à comprimer doit se trouver à une température très élevée, comprise entre 400 et 500° suivant la nature du métal ou de l'alliage employé. Par suite de cette obligation de pouvoir faire supporter, en même temps, au cylindre compresseur une très forte pression et une haute température, la mise en pratique du nouveau procédé n'est pas sans présenter de nombreuses difficultés. En effet, alors que la résistance des meilleurs aciers atteint, à la température ordinaire, 60 à 80 kilogrammes par millimètre carré, cette résistance diminue graduellement au fur et à mesure que la température s'élève et, pour une température de 500° environ, elle n'est plus que de 5 kilogrammes, ainsi qu'il résulte des nombreuses expérience auxquelles s'est livré M. Dick. Aussi, dans tous les essais tentés avec des cylindres ordinaires en fonte ou en acier de différentes qualités, entourés d'une chambre annulaire chauffée par un feu de coke destiné à maintenir le métal à l'état plastique pendant toute la durée de l'opération, la chambre cylindrique prenait rapidement une forme renflée et il s'y produisait des fissures longitudinales par lesquelles s'échappait le métal comprimé.

(1) Accumulateurs placés à l'étage supérieur de l'usine d'électricité et un transformateur de 200 kilowatts.



En présence de l'insuccès de ces premiers essais, l'inventeur s'est trouvé amené à étudier un dispositif spécial qui remplit exactement les conditions de résistance cherchées et dont nous allons donner la description.

La chambre de compression imaginée par M. Dick se compose (fig. 4, 5 et 6) d'un premier cylindre ou tube intérieur en acier, entouré successivement d'une série d'autres cylindres également en acier, mais séparés les uns des autres par une matière isolante et en même temps très résistante. Par suite de ce mode de construction, le cylindre intérieur, qui est soumis à l'action de la haute température du métal plastique qu'il renferme, est renforcé par les autres cylindres concentriques qui jouent, dans ce cas, le rôle de frettes et qui, se trouvant à des températures d'autant plus voisines de la température ordinaire qu'ils sont plus près de la périphérie, conservent, par conséquent, une résistance beaucoup plus grande. Il suffit donc, pour assurer une marche régulière à l'appareil, de calculer les dimensions de la dernière des frettes d'après les efforts qu'elle peut avoir à supporter du fait de la compression, en tenant compte de son coefficient de résistance à la température à laquelle elle se trouve portée pendant la période de travail.

Les matrices employées sont fabriquées en acier extra-dur; elles comportent, suivant la section des barres que l'on veut obtenir, une ou plusieurs ouvertures. Dans ce dernier cas, une même matrice peut fournir, dans une seule opération, plusieurs barres de différentes sections. La matrice avec laquelle on doit opérer est placée (fig. 1, 2, 4), dans une cavité conique pratiquée dans un support qui, pendant le travail, est solidement maintenu en place au moyen d'une paire de mâchoires à griffes actionnées par la pression hydraulique; ce support, ainsi que les mâchoires, sont fixés dans un sommier très robuste également en acier. On doit, avant chaque opération, chauffer préalablement la matrice et son support, de façon qu'il ne se produise, pendant le travail, aucune dilatation dans le profil de la matrice. Du reste, cette dernière, ainsi que son support, ne sont fixés au cylindre de compression que lorsque ce dernier a été rempli de métal ; aussi, pour obturer le fond du cylindre pendant le chargement du métal, on emploie une plaque de fermeture ou obturateur en acier (fig. 4) maintenue à l'aide de crochets.

La capacité des récipients varie suivant les types d'appareils ; ils peuvent contenir de 50 à 200 kilogrammes de métal et sont montées sur pivot, de façon à pouvoir prendre, au moyen d'un engrenage à vis, la position horizontale ou verticale. Les fig. 1, 2, et 3, montrent la disposition d'ensemble d'un appareil Dick travaillant à 3^{kg} 500 par millimètre carré et dont le corps de presse à 0^{m} 500 de diamètre.

Mode de travail. — On ferme tout d'abord l'extrémité du cylindre au moyen de la plaque obturatrice, puis on l'amène dans la position verticale et l'on y verse directement le métal à travailler, lequel se trouve contenu à l'état liquide dans un creuset ; on attend ensuite quelques minutes pour laisser refroidir un peu la masse métallique et lui faire prendre l'état plastique.

On place alors sur la charge un disque d'arrêt en acier biseauté destiné à empêcher que le métal ne reflue en arrière sous l'action de la pression, car le piston proprement dit possède un diamètre inférieur à celui du corps de presse de façon à éviter le refroidissement par contact de ce dernier pendant l'opération. On interpose, en outre, entre le disque d'arrêt et le piston un bloc libre d'acier dont une des faces présente une cavité dans laquelle vient se loger l'extrémité du piston. Sous les actions combinées de la pression et de la chaleur, le disque d'arrêt se dilate et ferme exactement l'âme du récipient.

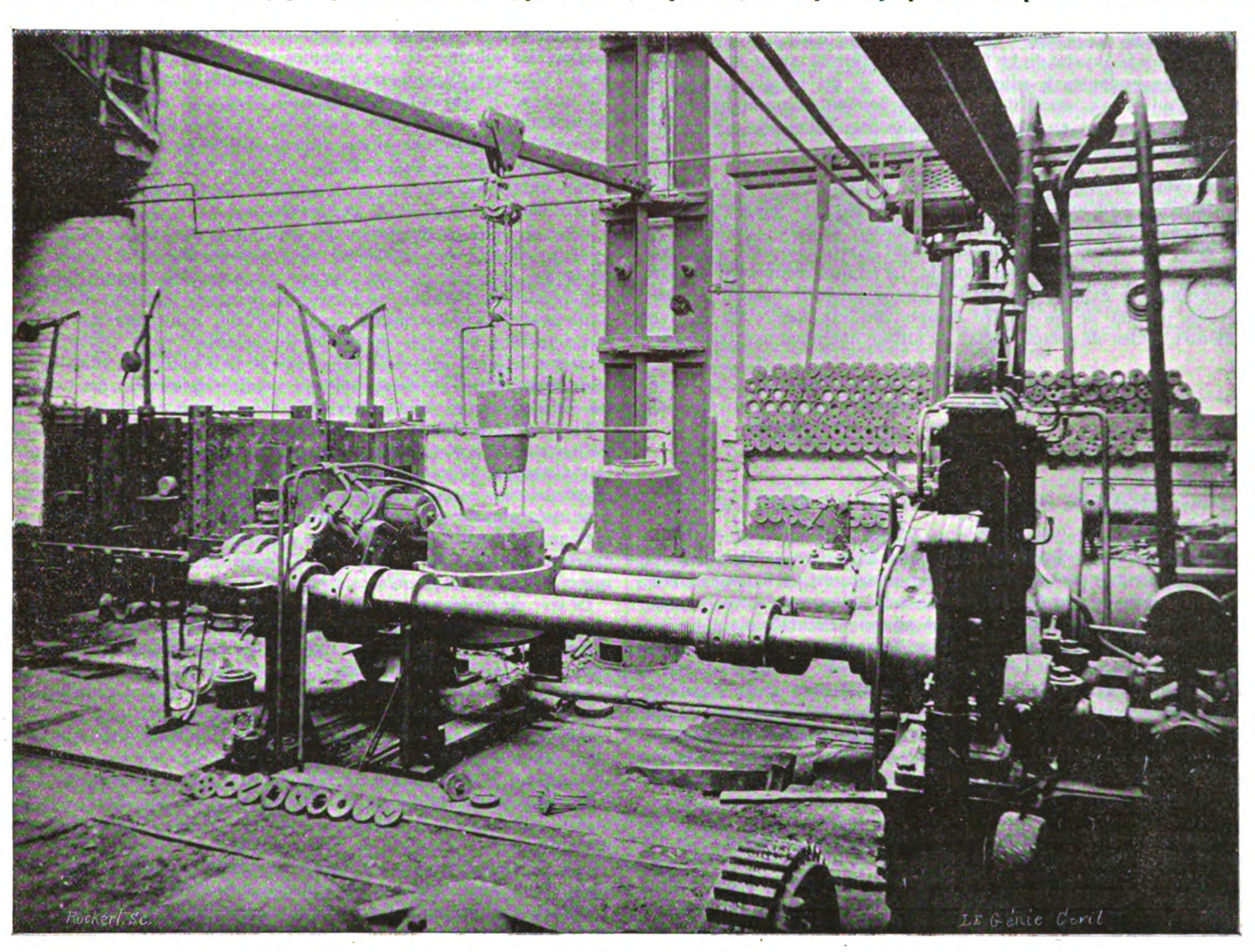


Fig. 3. — Vue d'une installation pour la fabrication des barres métalliques par le procédé Dick.

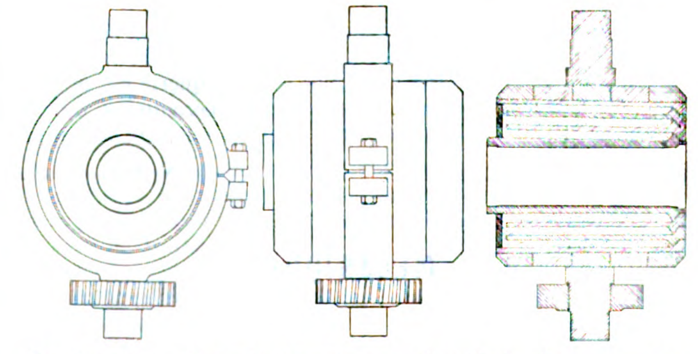


Fig. 4, 5 et 6. — Plan, élévation et coupe du cylindre de compression.



Ce dernier est ensuite ramené dans la position horizontale, la plaque obturatrice est enlevée, et on loge la matrice dans son support que l'on fixe au moyen des mâchoires hydrauliques. Il ne reste plus qu'à actionner la pompe pour transformer, en quatre minutes, le contenu du récipient en barres affectant comme profil celui des matrices au travers desquelles passe le métal ; ces barres viennent reposer sur un banc à rouleaux faisant suite à l'appareil.

L'opération achevée, on ouvre les mâchoires pour dégager le support ainsi que la matrice qu'il renferme, on continue à faire avancer le piston de façon que, dans sa marche en avant, il expulse le métal restant qui constitue le déchet de l'opération, et que la matrice, son support, le disque d'arrêt et le bloc libre soient chassés également en dehors du récipient.

On peut aussi, au moment du chargement de l'appareil, verser dans le corps de presse, non plus du métal en fusion, ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, mais des lingots préalablement chauffés jusqu'au degré de plasticité voulu, au moyen d'un four spécial représenté sur la gauche de la figure 3, ces lingots ayant des dimensions correspondantes à celles de l'intérieur du récipient. Dans la pratique on arrive, paraît-il, à traiter facilement cinquante charges et plus par jour, ce qui, en supposant que chacune d'elles pèse 100 kilogr., représente une production journalière de 5 tonnes.

Des essais intéressants ont été faits, récemment, à ce sujet, dans les ateliers des anciens établissements Cail, par les soins du Bureau Véritas, sur différents échantillons de barres en laiton, en bronze et en Métal Delta ; ces divers métaux sont ceux auxquels s'applique le plus facilement ce nouveau procédé. Le tableau comparatif suivant, qui résume ces expériences sur les barres produites par le nouveau procédé, permet de se rendre compte des avantages que peuvent présenter celles de même métal ou alliage obtenues par laminage :

	Barres laminées.		Barres système Dick.	
	Résistance à la traction en kilogr. par m/m².	Allongement °/o.	Résistance à la traction en kilogr. par m/m².	Allongement °/o.
Laiton (métal Muntz). .	54,6	18,5	50,5	25 »
Bronze d'aluminium . .	55 »	6 »	65,3	25,0
Métal Delta	73,3	28,8	76,6	29,8

La supériorité des barres obtenues par le système Dick se trouve encore augmentée par ce fait que leur surface est parfaitement lisse, ce qui dispense de tout travail de finissage ultérieur. Actuellement, l'application de ce procédé se trouve presque exclusivement limitée au traitement des bronzes forgeables, tels que le Métal Delta, les bronzes d'aluminium et l'aluminium lui-même, certains laitons, le métal Muntz, etc. ; mais il n'est pas impossible que, grâce à l'emploi d'un nouvel acier spécial pour la confection des matrices, on ne puisse arriver à utiliser ce même procédé pour la fabrication de profilés en fer ou en acier, et, d'une manière générale, en métaux moins ductiles et moins malléables que ceux auxquels le système s'applique actuellement.

L'appareil que nous venons de décrire permet d'obtenir tous les profilés possibles, depuis les fils pesant 15 grammes par mètre courant, jusqu'aux barres pesant 60 kilogr. et plus par mètre courant. Le service de la machine exige trois hommes seulement ; ce nombre doit être porté à quatre si l'on se sert du four à réchauffer, un des hommes étant spécialement affecté au service de ce dernier.

Le prix de fabrication des profilés métalliques semble pouvoir, avec ce nouveau procédé, être réduit dans de notables proportions, car le procédé ordinaire par laminoirs exige non seulement une force sensiblement plus grande, mais nécessite, en outre, des installations coûteuses, ainsi qu'une grosse dépense de main-d'œuvre, sans compter les réchauffages multiples que demande l'exécution des pièces de faibles sections.

Il y a lieu aussi de remarquer que, sous l'influence de la forte pression exercée par ce nouveau mode de fabrication sur le métal mis en œuvre, ce dernier devient très homogène et doit acquérir des propriétés de résistance et d'allongement notablement supérieures à celles des barres de même métal fabriquées par le procédé ordinaire de laminage.

N. Trébla.

MÉCANIQUE

PONT ROULANT ÉLECTRIQUE DE 60 MÈTRES DE PORTÉE

(Planche XIV.)

Vers la fin de 1895, la Cambria Iron Works C°, de Johnstown (États-Unis), décida d'établir un chantier pour emmagasiner ses produits et les charger sur wagons, et invita plusieurs constructeurs à lui fournir des plans d'appareils susceptibles de manutentionner les fers et autres matériaux. Le chantier devait avoir 240 mètres de longueur sur 120 mètres de largeur, et cette surface était trop considérable pour ne pas imposer la plus grande économie comme condition essentielle du système à adopter.

On rejeta, tout d'abord, l'emploi des grues fixes à volée tournante, qui aurait exigé un trop grand nombre d'appareils et avec lesquelles une partie de l'emplacement (celui des socles) n'aurait pu être desservi. On examina ensuite la construction d'un certain nombre de voies ferrées entre lesquelles on aurait emmagasiné les fers, et qui auraient été parcourues par des grues roulantes. Mais ces voies auraient occupé une surface considérable et, de plus, les grues de ce type sont onéreuses et leur limite d'action assez faible. Restait l'établissement d'une série de voies aériennes, parallèles à la longueur du chantier, et sur lesquelles on aurait fait circuler un certain nombre de ponts roulants. Mais les supports auraient immobilisé des emplacements plus ou moins considérables, et les fondations, les colonnes et les poutrelles auraient coûté fort cher, car on avait l'intention de donner aux ponts roulants une portée très longue (30 mètres), ce qui aurait imposé une structure métallique des plus importantes, soit qu'on eût établi les contreventements à la partie supérieure des ponts de service, soit qu'on eût forcé l'importance des fondations et des ancrages. Enfin, il aurait fallu, dans ce cas, employer quatre mécaniciens, car le système aurait exigé l'installation de quatre ponts roulants de 30 mètres chacun.

Cette dernière considération fit pencher la balance en faveur du système adopté, qui comprend seulement deux ponts roulants de 60 mètres de portée chacun : leurs voies sont posées parallèlement à la longueur du chantier, en sorte que les deux appareils desservent toute la surface, à l'exception de trois bandes, dont deux de 1m50 de large suivent les côtés extérieurs du chantier, et la troisième, de 3 mètres de large, est située dans l'axe de ce dernier. Les voies établies pour les véhicules en charge sont au nombre de quatre, deux contre les côtés extérieurs du chantier et les deux autres au centre.

La Wellman Seaver Engineering C°, qui eut l'idée de ce dispositif général et fut chargée de le mettre en œuvre, proposa de donner aux ponts une hauteur suffisante pour permettre à un train chargé et portant des manœuvres au-dessus des chargements, de circuler librement sous les poutres. On adopta donc des pylônes d'une hauteur telle que la semelle inférieure des poutres, sur lesquelles circule le chariot du treuil, fût à 6 mètres au-dessus du rail, ce qui donne un intervalle de 6m38 jusqu'au sol naturel.

La voie de roulement du chariot est portée par une charpente composée de deux poutres principales du type Pratt, avec des montants verticaux et des diagonales de tension. La membrure inférieure est horizontale ; la membrure supérieure est parallèle à la première sur la moitié de sa longueur environ, puis s'incline vers les pylones de support sous un angle tel que la hauteur de la poutre à ses extrémités soit moitié moindre qu'en son centre. Les deux poutres principales sont réunies sous un angle de 60° ; elles ont 5m40 de hauteur au centre et 2m70 à leurs bouts. Les membrures supérieures ont leurs parties parallèles reliées par des diagonales et des goussets. Les membrures inférieures sont parallèles entre elles et distantes de 6 mètres d'axe en axe.

Suspendue au-dessous du contreventement qui réunit les membrures basses, se trouve la voie de roulement du chariot. Elle est constituée par des poutrelles en I sur lesquelles sont fixés des rails en T. Les tirants sont assemblés sur les membrures des poutres principales, non seulement au droit des panneaux, mais encore au milieu de chacun d'eux. Le contreventement horizontal consiste en une série de pièces de pont solidement rivées sur les montants verticaux et formant les tirants du système latéral. Les diagonales sont constituées par des cornières rivées sur des goussets fixés aux poutres et aux pièces de pont, et ces goussets sont coudés pour suivre l'angle formé par le contreventement et les poutres.

Pour éviter aux tirants tout effort transversal dû à l'application de la charge mobile, celle-ci est appliquée directement aux pièces de suspension qui la transmettent aux montants supérieurs des poutres principales par l'intermédiaire de diagonales en cornières. Ces dernières forment également des montants qui permettent d'y fixer une rampe à main.

Les pièces de pont portent deux lignes de fer ⊔ parallèles aux poutres et sur lesquelles est fixé un tablier en bois permettant de circuler sur toute la longueur du pont roulant. Ce tablier se compose de deux épaisseurs de madriers de bois de pin, séparées par du papier goudronné. Les pièces de pont reçoivent également les paliers de l'arbre principal.

Les extrémités des poutres reposent sur des pylônes en forme de caissons, reliées fortement aux membrures inférieures par de larges supports en tôle raidis à l'aide de cornières. Ces pylônes sont reliés dans le sens horizontal, vers le milieu de leur hauteur et à leur partie inférieure, par un système de poutres caissonnées. Ils reposent sur des trucs à quatre roues chacun et espacés de 13m15 d'axe en axe ; l'empattement obtenu est ainsi un peu supérieur au 1/5 de la portée.



Les membrures supérieures sont constituées par deux fers ⊔ avec une plaque de recouvrement ; au-dessous commencent les treillis. Les membrures basses présentent des dispositions analogues. Les montants verticaux des poutres consistent en quatre cornières assemblées par des treillis. Les diagonales sont formées chacune de deux cornières rivées à leur intersection.

Les poids et les efforts prévus pour cet appareil étaient les suivants : charge mobile pous le treuil, 9 tonnes, à laquelle on a ajouté 25 % pour tenir compte des chocs, soit 2,250 tonnes. Le poids du chariot était estimé à 10 350 kilogr., ce qui donnait une charge totale de 21,5 tonnes, répartie sur quatre roues distantes de 2m70 d'axe en axe : la réaction sur chaque tirant était de 8 tonnes. Pour se précautionner contre une application trop soudaine de la charge mobile, on la compta pour 10 tonnes, ce qui dépasse de beaucoup le poids des pièces que le pont roulant aura à manutentionner. Le poids mort est évalué à 40 tonnes par poutre.

Les coefficients suivants ont été adoptés pour les diverses résistances :

Charge mobile :			
Tension	kilogr.	8	par millimètre carré.
Cisaillement	—	4	—
Compression	—	7	—
Pour les rivets et boulons . .	—	8	—
Poids mort :			
Tension	—	10	—
Cisaillement	—	7	—
Compression	—	8	—
Pour les rivets et boulons . .	—	10	—

Les vitesses minima des divers mouvements sont les suivantes :

Déplacement longitudinal.	mètres.	60	par minute.
Déplacement du chariot du treuil . .	—	120	—
Levage à pleine charge	—	6	—

Le pont est supporté par quatre trucs qui roulent, deux à deux, sur une voie à écartement normal, à l'aide de quatre roues à gorge de 1m 20 de diamètre.

Ces roues sont clavetées sur des axes en acier de 0m 125 de diamètre tournant dans des coussinets en bronze. Ces derniers sont fixés dans des boites à graisse en acier fondu. Les roues de l'un des trucs placées à chacune des extrémités sont actionnées par des engrenages d'angle commandés eux-mêmes par un arbre oblique : ce dernier reçoit son mouvement de l'arbre principal. Les seconds trucs sont reliés aux premiers par des arbres de 0m10 de diamètre, dont les manchons sont d'une construction particulièrement solide.

L'arbre principal qui règne sur toute la longueur du pont est porté par des paliers universels fortement boulonnés sur les pièces du tablier ; des calages exécutés avec soin permettent, en outre, des rattrapages de jeu. Les paliers des extrémités de l'arbre principal, à portée desquels il engrène avec les transmissions obliques qui commandent les trucs, sont fixés dans des boites d'un système spécial destiné à assurer le maintien parfait des axes. Enfin, on a pris toutes les précautions nécessaires pour obtenir un excellent graissage et pour pouvoir inspecter et, au besoin, remplacer toutes les pièces de transmissions.

A la partie supérieure de chaque truc est disposée une crapaudine d'acier dans laquelle se place une sphère en acier durci de 0m 15 de diamètre. Les extrémités des supports se terminent par des parties sphériques correspondantes. La sphère repose dans une gorge légèrement allongée, dont le plus grand diamètre est perpendiculaire à l'axe du truc, et le plus petit, parallèle à la voie qui porte ce dernier. La forme donnée à la gorge permet à la sphère de prendre un léger mouvement à angle droit par rapport à l'axe de la voie, ce qui suffit à donner le jeu nécessaire aux dilatations et aux compressions des poutres principales.

Ce système permet également aux trucs sur lesquels le pont roulant se déplace, de pouvoir être légèrement en dehors de l'alignement, car les sphères forment un joint universel entre eux et le pont.

Pour empêcher dans la mesure du possible, le déplacement des arbres de commande, sous l'influence des mouvements imprimés aux trucs, les centres des engrenages principaux se trouvent dans le même plan vertical que ceux des sphères.

Les trucs sont pourvus de chasse-neige formés de socs raidis par des cornières. Ces pièces s'enlèvent facilement, de manière à laisser accès à toutes les parties du mécanisme.

Le moteur qui actionne la transmission générale est placé au centre du pont, et commande directement l'arbre principal. C'est un moteur électrique de 50 chevaux avec transmission à vitesse réduite. Le chariot qui circule sur la voie suspendue au-dessous de la membrure inférieure est du type des chariots ordinaires de ponts roulants, avec un renforcement pour tous les engrenages. Le tambour est en fonte : il porte des gorges tracées à droite et à gauche pour la chaîne. Le déplacement et le levage s'opèrent sous l'action de deux moteurs électriques de 25 chevaux chacun. Tous les moteurs fonctionnent à 220 volts.

La cabine du mécanicien est fixée au chariot et marche avec lui. Elle est vitrée sur toutes les faces et porte les appareils qui commandent tous les mouvements. Les engrenages sont recouverts de manière à être à l'abri des poussières, les moteurs sont également enfermés.

Les extrémités intérieures des deux ponts roulants sont disposées de telle sorte que si l'on veut transborder une charge d'un côté à l'autre du chantier, on peut placer les deux appareils bout à bout et faire passer directement le chariot de l'un sur l'autre.

L'installation que nous venons de décrire a fait l'objet d'une intéressante communication de M. Seaver, auteur du projet, à l'*American Society Mechanical Engineers*.

Dans la discussion qui a suivi, il a été objecté que la puissance motrice commandant les déplacements de la grue ou du chariot était hors de proportion avec la capacité de levage qui n'atteint que 10 tonnes. M. Seaver, a répondu que le renforcement spécialement imposé à la charpente du pont roulant, et aussi l'adoption d'une puissance motrice aussi grande sont commandés par les usages auxquels doit satisfaire l'appareil. Dans des ateliers comme ceux de la Cambria Iron C°, il est impossible de prévoir exactement l'importance des opérations qu'on peut avoir à effectuer. M. Seaver a ajouté que ce genre de construction avait eu ses préférences principalement parce qu'il ne créait aucun encombrement entre les supports extrêmes, comme cela serait arrivé avec les grues à volées variables ou avec les grues roulantes se déplaçant sur des voies aériennes ; ces dernières surtout auraient exigé des supports intermédiaires considérables qui eussent singulièrement gêné la manutention. Il a également insisté, comme il a déjà été dit, sur l'augmentation des dépenses d'exploitation que ce système aurait exigées en raison du plus grand nombre d'hommes nécessaires. Enfin les devis montrent que l'installation telle qu'elle a été établie coûte environ un tiers de moins que le système de grues roulant sur voies aériennes.

G. Richou,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

EXPÉRIENCES SUR LES COUSSINETS EN VERRE

Dans un de ses derniers numéros, le *Génie Civil* (1) a signalé les tentatives faites depuis quelque temps aux États-Unis pour substituer le verre au bronze dans les coussinets de machines ou de transmission.

De bons résultats ont été obtenus dans certains cas et, pour arriver à une solution définitive, les Ingénieurs américains se livrent à de nombreux essais dont nous citerons les plus intéressants, d'après le journal *Iron Age*.

D'ordinaire, le procédé employé dans les usines pour les essais relatifs aux coussinets en verre consiste à faire fondre une série de manchons ou de coussinets solides, en diverses natures de verre et à les mettre en service sur un arbre de transmission ou sur une machine.

Les résultats peuvent, d'une manière générale, servir à démontrer le succès ou l'insuccès des coussinets en verre, mais les conditions dans lesquelles s'effectuent des essais de cette nature sont si variées, que les conclusions auxquelles on arrive sont généralement peu probantes.

Aussi, dans le but d'arriver à des données positives sur les avantages pratiques de l'emploi du verre pour les coussinets de transmission et de machine, une série régulière d'expériences a été entreprise avec plusieurs sortes de verre pour des types différents de coussinets et dans des cas variés. Le verre à bouteilles à base de silicate de chaux, potasse et manganèse ; le verre noir à bouteilles dans la composition duquel entrent la brique pulvérisée, le sable, les résidus calcaires, etc. ; le verre à vitres à base de silicate de soude, oxyde de plomb et produits similaires ; le cristal et le flint-glass, ont été expérimentés sous diverses formes et il en résulte que le mélange de verre à bouteilles de la meilleure qualité et de verre à vitres ordinaire donne les résultats les plus favorables.

Les coussinets étaient fondus dans des moules et essayés de différentes façons. Les essais portèrent tout d'abord sur de robustes demi-coussinets (fig. 1 et 2). Dans le premier cas, ils étaient encastrés dans un cadre en bois C, et l'arbre A faisait 250 tours par minute ; avec un graissage convenable, aucune trace d'usure n'apparaissait à l'examen après 20 heures de marche. Ensuite un cadre spécial en fonte fut mis à la place du bois et le fonctionnement se fit pendant le même temps dans de bonnes conditions.

Sur la figure 2, l'arbre est représenté en D, les coussinets en verre en E ; F est le cadre en fonte et G les boulons d'attache. A la fin de l'essai, les arêtes du côté de l'arbre, et les angles du côté de l'enveloppe, étaient légèrement effrités, montrant ainsi que l'emploi d'une enveloppe rigide était une condition désavantageuse pour le travail des paliers de verre. L'expérience fut continuée en employant des manchons en verre fondu, disposés comme le montrent les figures 3,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 3, p. 47.



4 et 5, dans lesquelles les arbres sont représentés en A et les manchons de verre en I.

Une enveloppe de bois fut employée en premier lieu, avec un arbre tournant à grande vitesse pendant 24 heures; au bout de ce temps, aucune trace d'altération ne se montra sur les coussinets. Alors un

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

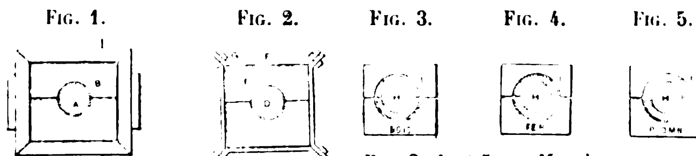


Fig. 1 et 2. — Coussinets en verre entourés de bois et de fer.

Fig. 3, 4 et 5. — Manchons en verre avec enveloppes en bois, en fer et en plomb.

cadre en fonte fut substitué au cadre en bois, comme on le voit sur la figure 4, et, au bout d'une heure environ les manchons de verre présentaient des fissures.

Une enveloppe en plomb fut également essayée (fig. 5), son élasticité paraissant suffisante pour éviter la rupture des manchons de verre. Et, en effet, cette enveloppe se comporta très bien aux essais, bien qu'installée à proximité d'une poulie à double courroie transmettant une puissance élevée.

Ces tentatives démontrent pleinement la nécessité de disposer les coussinets de verre dans des supports élastiques.

L'expérience suivante consistait à placer des manchons de verre B dans un palier ordinaire (fig. 6) supportant un arbre A. Ce qui rendait cet essai particulièrement sévère, c'est que la poulie représentée figure 7 portait un poids supplémentaire C de 20 kilogr., fixé par des boulons D. Cette poulie était clavetée sur l'arbre, à proximité du palier contenant les coussinets en verre. L'arbre tournait à 80 tours par minute. Comme on pouvait s'y attendre, les coussinets furent réduits en poudre au bout d'une demi-heure.

Fig. 6. Fig. 7.

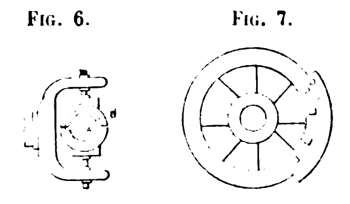


Fig. 6 et 7. — Manchons en verre dans un palier ordinaire.

On fit ensuite une expérience consistant dans l'emploi d'un manchon d'accouplement boulonné comme le montre la figure 8, de sorte que les axes des arbres n'étaient plus en ligne et ne correspondaient pas à ceux des paliers E, E. Ces derniers étaient d'un modèle spécial, munis d'écrous de réglage F permettant de les mettre de niveau. Chaque palier fut muni de manchons en verre et l'arbre tourna plusieurs heures à raison de 180 tours par minute.

Le mouvement irrégulier de l'arbre qui, naturellement, devait sérieusement endommager les paliers, quelle que fût leur nature, causa

Fig. 8. Fig. 12. Fig. 13. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11.

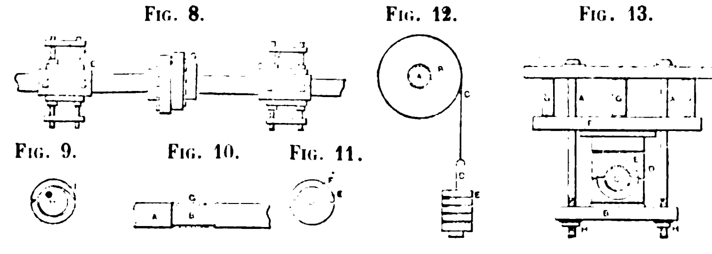


Fig 8. — Arbres désaxés.

Fig. 9. — Usure du coussinet.

Fig. 10 et 11. — Arbre à bague en verre.

Fig. 12. — Détermination du frottement.

Fig. 13. — Serrage des coussinets.

des détériorations au verre, émiettant les arêtes des manchons. L'usure se fit sentir d'un seul côté, en I, comme on le voit sur la figure 9. Un des manchons fut brisé.

L'expérience qui fut faite ensuite mit en lumière quelques avantages des coussinets en verre: l'arbre était muni d'une portée, comme le montre en B la figure 10, et l'espace compris entre les épaulements jusqu'à la ligne pointillée C était garni d'une gaine de verre coulée de la même manière que dans l'emploi du métal anti-friction. Il y avait ainsi frottement de verre sur verre. D est la partie tournée de l'arbre (fig. 11), E la gaine de verre qui l'enveloppe et F le coussinet, de verre également. Ce dispositif fut monté en un point d'une ligne de paliers et tourna, sans huile, pendant deux jours, à 270 tours par minute, près d'une large courroie de transmission. Les coussinets présentèrent, au bout de ce temps, une légère usure, mais aucune trace de rupture. Les coussinets furent alors huilés et, depuis, aucune usure ne se produisit. Cette expérience démontre clairement la diminution de frottement ainsi obtenue.

Un moyen simple de se rendre compte du frottement sur un coussinet est indiqué figure 12. Sur l'arbre A est montée une poulie B près du coussinet à essayer et, autour de cette poulie, s'enroule plusieurs fois une corde C. Une tige D est attachée à l'extrémité de cette corde et porte les contrepoids E. L'importance du poids nécessaire pour arrêter l'arbre et l'empêcher de tourner est en proportion de la valeur du frottement. En faisant cet essai, on voit que les coussinets en verre donnent un frottement très peu inférieur à celui des coussinets en métal.

Pour déterminer le serrage qu'il convient de donner aux paliers en verre qui sont en contact avec un arbre en fer, on emploie le procédé indiqué figure 13. L'arbre de transmission C tourne dans les coussinets en verre D qui sont entourés d'une enveloppe E; deux boulons A A traversent le plancher et les deux sommiers en bois F et B. Des cales sont disposées pour donner la pression sur la partie supérieure; celle sur la partie inférieure se donne au moyen des écrous H. Ces écrous étant serrés, on apprécie le frottement sur les coussinets en se rendant compte de l'effort nécessaire pour faire tourner l'arbre. On a trouvé qu'avec les paliers en verre le serrage était de 25 % moindre que dans le cas des coussinets en métal.

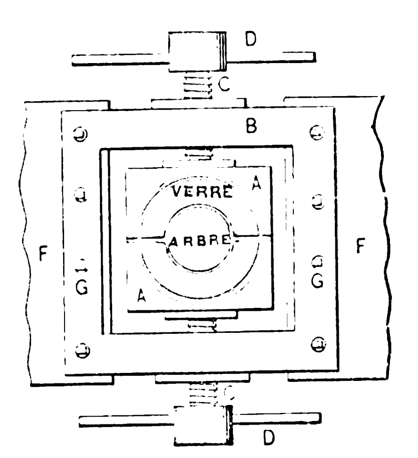


Fig. 14. — Serrage des coussinets.

La figure 14 montre un dispositif employé pour ces essais et dont la simplicité rend l'emploi très facile: aux supports F est fixé un cadre en fer B; les vis C, actionnées par les manettes D, permettent de serrer plus ou moins fortement les enveloppes A qui, par suite, font pression sur les coussinets, et ceux-ci, à leur tour, sur l'arbre.

En résumé, ces essais sembleraient indiquer que les paliers en verre ne présentent pas, en toute occurrence, une sécurité complète, mais que, par contre, dans les conditions ordinaires, ils demandent un graissage moindre, développent moins de frottement et sont incontestablement d'un bon usage en maintes circonstances. Ces qualités peuvent leur assurer un certain avenir, malgré ce que les expériences ont pu enregistrer de défavorable pour eux.

E. M.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LE PROGRÈS DES INDUSTRIES TEXTILES AUX ÉTATS-UNIS

Industrie de la laine. — La filature et le tissage de la laine étaient des industries purement domestiques sous le régime colonial et le sont restés encore en grande partie durant plus de trente ans après l'indépendance (1). Le recensement de 1790 ne mentionne que trois manufactures de ce genre (2) et c'est en 1794 qu'a été fondé (à Byfield, Massachusetts) le premier établissement à moteur mécanique.

Les tissus consommés aux États-Unis étaient alors importés d'Angleterre (3) pendant que l'Angleterre interdisait l'exportation des machines avec lesquelles elle les fabriquait.

La guerre de l'émancipation et la guerre de 1812, en interrompant ces relations, poussèrent l'Amérique à travailler elle-même pour sa propre consommation (4); toutefois, le rétablissement de la paix (paix de Gand), en rouvrant les ports aux produits anglais, fit baisser les prix et ruina les fabriques américaines. Les plaintes montèrent jusqu'au Congrès qui, dans le tarif de 1816, accorda un droit protecteur de 25 % aux lainages comme aux cotonnades, puis de 30 et 33 % par le tarif de 1824; puis, sur de nouvelles réclamations (5), éleva encore le taux par les tarifs de 1828 et de 1832 (6). Le tarif de mars 1833, compromis entre la protection et la liberté, en abaissant le droit sur les

(1) Les moutons ont été introduits vers 1607 en Virginie; en 1625, à New-Amsterdam; en 1633, au Massachusetts qui possédait, dit-on, un millier de moutons en 1642 et 1 000 000 en 1661. Les colons qui fondèrent Rowley en 1643 établirent un tissage-foulerie qui a subsisté jusqu'en 1809 et, au milieu du XVIIe siècle, le gouverneur du Massachusetts citait Rowley comme occupant le premier rang bien que la fabrique des lainages fut générale (*The Industrial Evolution*, par Carroll D. Wright, p. 46). En Virginie, où la première foulerie date de 1692, quelques gouverneurs ont encouragé l'industrie du tissage et d'autres l'ont interdite. A Philadelphie, la première foulerie date de 1774.

(2) La première manufacture a été fondée à Hartfort (Connecticut) en 1788: elle fabriqua en 1789, 5 000 yards de lainages.

(3) En quantité croissante: pour 1 million 1/2 de livres sterlings en 1790, pour 2,8 millions en 1799.

(4) L'impossibilité de faire venir des machines d'Angleterre excita le génie inventif des Américains. 237 brevets furent pris en 1812 pour filature et tissage. Les métiers mécaniques à tisser datent de ce temps aux États-Unis.

(5) L'augmentation de 8 1/3 % n'avait pas satisfait les manufacturiers, parce que le droit sur l'importation de la laine brute était augmenté en même temps de 15 % et que la laine importée figurait pour un tiers dans la consommation des manufactures.

(6) La loi de 1832, en exemptant de droits l'importation de laines communes, favorisa la fabrication de lainages communs.



lainages à 29 % inquiéta l'industrie privilégiée qui vit avec regret l'importation des lainages étrangers s'élever en 1836 à 24 millions 1/2 de dollars. Cependant le nombre des manufactures avait augmenté : on comptait en 1837, 1 549 ateliers dont 519 dans le Massachusetts, 351 dans le New-York, 184 dans le Connecticut, 123 en Pennsylvanie, 100 dans le Vermont; la « Middlesex Company », fondée à Lowell en 1830, en possédait à elle seule 27. La crise de 1837 qui fut très pénible, en fit fermer un très grand nombre : le census de 1840 n'a relevé que 1 420 fabriques, mais il ne donne pas la mesure exacte de l'industrie lainière ou du moins du sentiment qu'inspirait aux manufacturiers la crainte de l'étranger. « Toute cette période, dit un témoin manufacturier et partisan de la protection douanière, dans l'enquête sénatoriale de 1883, a été très dure; les prix avaient baissé; la satinette, qui se vendait 90 cents en 1839, était tombée à 40 cents en 1842; les manufacturiers du Massachusetts perdaient de l'argent; à la fin de l'année 1842, la plupart étaient sur le point de faire faillite et les salaires étaient très réduits. » Le tarif de 1842 fut une victoire du protectionnisme qui valut aux lainages un droit de 40 %.

Le tarif de 1846 ramena le taux à 30 % par des droits *ad valorem* et produisit une crise dans la fabrique; celui de 1857 le fit descendre à 24, mais en même temps il diminua beaucoup le droit d'entrée sur la laine. Sous ce dernier régime, la manufacture prospéra. La guerre de la rébellion, qui occasionna une énorme consommation de lainages pour les uniformes, la rareté du coton et une hausse générale des prix (on était sous le régime du papier-monnaie) fut un stimulant pour l'agriculture qui fournissait la laine (1) comme pour la manufacture, qui la travaillait et profita à la quantité plus qu'à la qualité. Le census estimait la production des tissus de laine à 73 millions de dollars en 1860 et à 217 en 1870 (valeur en papier-monnaie qui se réduit à 173 millions de dollars d'or) (2), soit une augmentation de 115 %; il estimait le nombre des personnes employées à 59 522 pour la première date à 119 859 pour la seconde; dans l'intervalle, la consommation de la laine avait plus que doublé (98 millions de livres en 1860 et 220 millions en 1870) et les salaires avaient nominalement plus que triplé (13 millions de dollars en 1860 et 40 1/3 en 1870) (3).

Le tarif très protectionniste de 1867, dit tarif Morrill, essaya de concilier les prétentions des producteurs de laine et des producteurs de tissus et de contenter tout le monde, excepté la masse des consommateurs, par des élévations de droits qui fermèrent à plus d'un tissu les portes de l'Amérique. Le census de 1880, année regardée comme très prospère, accuse une production de 267 millions de dollars, c'est-à-dire une augmentation de 54 %. Celui de 1890, qui a eu lieu à une époque de malaise industriel et de baisse de prix (4) a accusé 346 millions de dollars : augmentation de 26 % sur 1880. Le nombre des établissements a un peu diminué depuis 1870, pendant que le capital doublait (5), preuve de la concentration de l'industrie dont les principaux établissements se trouvent aujourd'hui à Philadelphie, à Lawrence, à Providence, à Lowell, à New-York, à Manchester, à Camden, à Chester, etc.

L'industrie lainière consomme à peu près toute la production indigène, laquelle, limitée par le prix décroissant de la matière (6), s'est développée plus lentement que d'autres branches de l'agriculture. Cette production est évaluée par des statisticiens américains à 160 millions de livres de laine brute en 1867 et 337 millions en 1884, chiffre auquel elle s'est élevée progressivement et qui, depuis douze ans a peu varié. Elle consomme, en outre, en moyenne, depuis 1886, une centaine de millions de livres de laine importée : ce qui porte à 471 millions de livres la consommation des États-Unis en 1893 (1), l'année qui présente le résultat jusqu'ici le plus fort (2).

Le tableau suivant permet d'apprécier les progrès accomplis :

STATISTIQUE DE LA LAINE (d'après *The Wool Book*, 1895).

ANNÉES	NOMBRE D'ÉTABLISSEMENTS	CAPITAL (millions de dollars)	NOMBRE DE BROCHES	NOMBRE DE MÉTIERS	CONSOMMATION DE LA LAINE (en millions de livres, Report on manufacturing indust. 34)	VALEUR DES MATIÈRES EMPLOYÉES (millions de dollars)	NOMBRE D'OUVRIERS	SALAIRE DES OUVRIERS (millions de dollars)	VALEUR DE LA PRODUCTION (millions de dollars)	CONSOMMATION PAR TÊTE (en dollars)
1820	»	»	»	»	»	»	»	»	4,4	0,46
1830	»	»	»	»	»	»	»	»	14,5	1,13
1840	1 420	»	»	»	45	»	»	»	20,6	1,21
1850	1 760	32,5	»	»	71	29,2	47 763	»	49,6	2,14
1860	1 673	42,8	»	»	85	46,6	59 522	13,3	80,7	2,57
1870	3 456	132,4	2 194 498	6 175	200	134,1	119 859	40,3	217,6	5,65
1880	2 689	159,1	2 255 996	59 261	331	164,3	161 557	47,3	267,2	5,33
1890	2 489(3)	296,5	3 142 500(4)	69 834(5)	385	203,0	219 132	76,0	337,7	6,30

La production indigène de lainages ne suffit pas à la consommation. Les États-Unis, qui exportent jusqu'ici très peu de lainages, en importent beaucoup; de 1887 à 1892, la valeur de cette importation a varié de 45 à 35 millions de dollars, représentant un peu plus du dixième de la consommation totale; cette proportion semble avoir une tendance à décroître (6).

L'industrie lainière a fait, depuis la fin de la guerre, plus de progrès qu'en aucune contrée. Elle fournit aujourd'hui les 9/10 de la consommation intérieure et elle place les États-Unis au second rang, immédiatement après l'Angleterre et à côté de la France sur la liste des États producteurs de lainages (7).

E. LEVASSEUR,
de l'Institut.

(A suivre.)

(1) En 1860, la production de la tonte, aux États-Unis, était de 60 millions de livres et en 1870 de 162. Elle s'est élevée à 276 en 1890 et à 287 en 1894, d'après la statistique du département de l'agriculture (et même à 309 et à 325 d'après l'évaluation admise par la « National Association of wool manufacturers »).

(2) Les évaluations statistiques officielles diffèrent : voir ci-après le tableau tiré du *Wool Book*.

(3) *A Century of American Wool Manufacture*, par S. N. D. North, 1895, p. 60.

(4) Les prix ont baissé beaucoup depuis 1873. Les cours de la laine moyenne à Philadelphie (mois d'octobre) étaient à 62 cents la livre en 1871; ils étaient tombés à 21 en 1894.

(5) En 1890, la valeur des produits de la laine était de 74 millions de dollars à Philadelphie, de 18 à Providence, de 10 à Lawrence, de 7 à Lowell, de 4 à New-York, de 3 à Manchester, 2 1/2 à Camden et 2 à Chester.

Les États qui occupent les premiers rangs dans l'industrie lainière sont :

	Valeur des produits en millions de dollars 1880	1890
Pennsylvania	67,5	89,3
Massachusetts	67,4	72,6
New-York	34,9	53,3
Rhode-Island	21,6	34,7
Connecticut	24,8	20,8
New-Hampshire	13,2	14,4
Divers	37,8	52,6
	267,2	337,7

Census Bulletin, mars 1892. La production a triplé dans l'Alabama; mais elle n'était encore que de 207 875 dollars en 1890.

(6) La laine fine valait, la livre, à New-York et à Philadelphie, en :

1824	60 cents.
1860	58 —
1880	46 —
1893	23 —
1894	19 —

(1) 303 millions de production, d'après le département de l'agriculture (348 d'après la statistique de J.-B. Truitt de Philadelphie), 172 millions 1/2 d'importations, 6 millions 1/2 d'exportations : consommation, 471. Le progrès de la consommation a devancé de peu celui de la population, de sorte que la consommation par tête n'a pas beaucoup augmenté; elle était de 21,5 en 1840, de 30,6 en 1860, de 34 en 1880, de 27 en 1890, de 35 en 1893; la crise l'a fait descendre à 14,2 en 1894. M. Grandgeorge, dans son rapport de la Commission des valeurs de douane pour 1894, dit (p. 174) que la consommation de la laine aux États-Unis n'a guère varié de 1887 à 1894 : 170 millions de kilogrammes, et que les États-Unis ne viennent, par le chiffre de leur consommation, qu'après la France, l'Angleterre et l'Empire allemand. Mais 1886 et 1887 ont été des années de très forte consommation de laine aux États-Unis, et 1894 est une année de crise. En somme, quand on observe la consommation dans la suite des années, comme le porte le tableau, on voit qu'il y a eu une augmentation. En 1893, la consommation a été de 471 millions de livres.

(2) Le nouveau tarif de douane appliqué depuis le 28 août 1894 a affranchi la laine de droit d'entrée; aussi l'importation, qui avait été de 141 millions de livres en 1892-1893 et était tombée sous l'influence de la crise à 43 en 1893-1894, s'est élevée à 190 en 1894-1895 : l'augmentation a porté principalement sur les laines de première qualité. D'autre part, le nombre des moutons était tombé à 40 millions au 1er avril 1895 et la production de la laine indigène, dans l'année 1894-1895, n'a été que de 294 millions de livres (contre 348 en 1892-1893).

(3) Il y avait, en outre, 267 établissements en chômage. D'après l'*Extra Census bulletin* de mars 1892 (qui précède la publication définitive) il y aurait eu 2 503 établissements en activité, à savoir : laine cardée, 1 312, produisant 333 millions de dollars; laine peignée, 143, produisant 79 millions; laine feutrée, 34, produisant 4,6 millions; chapellerie, 22, produisant 5,3 millions; tapisserie, 175, produisant 47,8 millions; bonneterie, 807, produisant 67,6 millions. Le nombre des établissements de laine cardée (1 990 en 1880), de chapellerie (43 en 1880), de tapisserie (195 en 1880) a diminué; celui des établissements de laine peignée et de bonneterie a augmenté; outre la laine, cette industrie emploie des déchets de laine, des poils de chameau, du mohair, du coton, etc.

(4) Sur les 3 142 500 broches en 1890, il y en avait 2 329 099 pour la laine cardée 637 324 pour la laine peignée et 176 077 pour le coton.

(5) Sur les 69 834 métiers, il restait 3 076 à la main, l'augmentation de 1890 a porté presque entièrement sur les métiers de grande largeur.

(6) En 1860, sur une consommation de 12 millions de dollars, la manufacture américaine fournissait 72 %; en 1890, sur 380 millions, elle a fourni 89 %. Voir pour l'histoire de l'industrie de la laine *A Century of American Wool Manufacture*, 1790-1890, par S. N. D. North, secretary national association of wool manufacturers. M. North ne se sert qu'avec réserve des chiffres des census antérieurs à 1870, qu'il croit très incomplets. Les plus fortes importations sont de 1871 à 1875 (53 1/2 millions de dollars en 1873); l'importation est tombée à 19 millions en 1894.

(7) Les statistiques de la consommation de la laine diffèrent quelque peu suivant l'auteur et, par suite, les rangs assignés aux nations. M. North (*A Century of American Wool Man.*, p. 73) évalue, en 1890, la consommation de la laine des États-Unis à 372 millions de livres (258 millions de production nationale et 114 millions d'importation), celle de l'Angleterre à 470 millions, celle de la France à 419 millions. Des statistiques insérées dans le volume *Wool and Manufacture of Wool* (p. 14 et 21), publié à Washington par le Treasury dept, en 1894, il résulte que la production (en 1887) et l'importation nette (en 1891) donnent 422 millions de livres à l'Angleterre, 417 à la France, 425 aux États-Unis. D'après M. Juraschek (*Ubersichten der Weltwirthschaft*), la production en 1888-1890 et l'excédent de l'importation sur l'exportation en 1891 sont, pour l'Angleterre, 192 millions de kilogrammes (la production 62 millions et l'importation 130 millions), pour la France, 220 millions (production 59 millions et importation 161 millions), pour les États-Unis, 182 millions (production 125 millions et importation 57 millions).

D'après la Commission permanente des valeurs de douane (valeurs arbitrées pour 1894), la consommation en 1894 a été de 250 millions de kilogrammes pour la France, 210 millions pour le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande, de 182 millions pour l'Empire allemand, de 170 millions pour les États-Unis, de 80 millions pour la Russie d'Europe.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

CHAUDIÈRE MULTITUBULAIRE SYSTÈME REED

Le contre-torpilleur *Lightning* de la marine britannique, récemment livré à l'arsenal de Chatham par la « Palmer Ship Building Company », a donné aux essais une vitesse moyenne de 28 nœuds en charge, pendant trois heures, et une vitesse maximum de 31,3 nœuds pour les meilleurs parcours. Le bâtiment est muni de chaudières multitubulaires du système Reed, analogues aux chaudières Normand et Thornycroft, mais s'en distinguant par quelques détails intéressants. Nous reproduisons, d'après l'*Engineer*, les coupes longitudinale et transversale (fig. 1 et 2) d'une chaudière de ce type et des dessins de détails (fig. 3, 4 et 5) montrant l'arrangement particulier des tubes.

Cette chaudière se compose, comme les générateurs similaires, de trois bouilleurs parallèles, situés, deux d'entre eux de même diamètre, de part et d'autre de la grille, et le troisième, beaucoup plus gros, dans l'axe au-dessus des deux autres. Les deux petits réservoirs sont réunis au gros, par un grand nombre de tubes recourbés de faible diamètre, placés à l'intérieur de la chambre de combustion, et par quatre gros tubes de retour situés au dehors.

La figure 5 représente le mode de fixation des tubes sur les bouilleurs. L'extrémité du tube est fileté et porte un écrou 3, demi-sphérique, dont le serrage est opéré au moyen d'une collerette à pans que chacun d'eux porte en son milieu. Une partie de l'écrou s'engage dans une fraisure spirique de même diamètre pratiquée du côté extérieur dans chacun des trous de tube. L'assemblage est complété par un écrou intérieur N du type ordinaire. Le trou ménagé pour le passage du tube est d'un diamètre légèrement supérieur à celui du tube lui-même, de façon à permettre le déplacement relatif du tube et de la plaque sous l'action des dilatations ou de toute autre cause. L'assemblage sphérique permet d'autre part un certain déplacement angulaire, tout en assurant l'étanchéité.

Les tubes de retour, destinés à faciliter la circulation, tubes dont l'utilité paraît contestable à la suite des expériences faites il y a quelque temps par M. Yarrow ont ici surtout pour but de former la carcasse de la chaudière en réunissant d'une manière rigide les petits bouilleurs au gros. Ils sont en acier étiré et galvanisé.

Les bouilleurs inférieurs sont cylindriques, mais ils portent en A, sur toute leur longueur, une ouverture rectangulaire fermée par une porte, qui permet de faire le joint des tubes.

La grille est de grande surface, de manière à permettre une marche rapide à tirage naturel. Le courant gazeux est dirigé par des chicanes B. L'ensemble de la chaudière et du foyer est entouré d'une double enveloppe en tôle avec matelas d'air interposé, la face regardant le feu étant garnie d'une composition d'amiante.

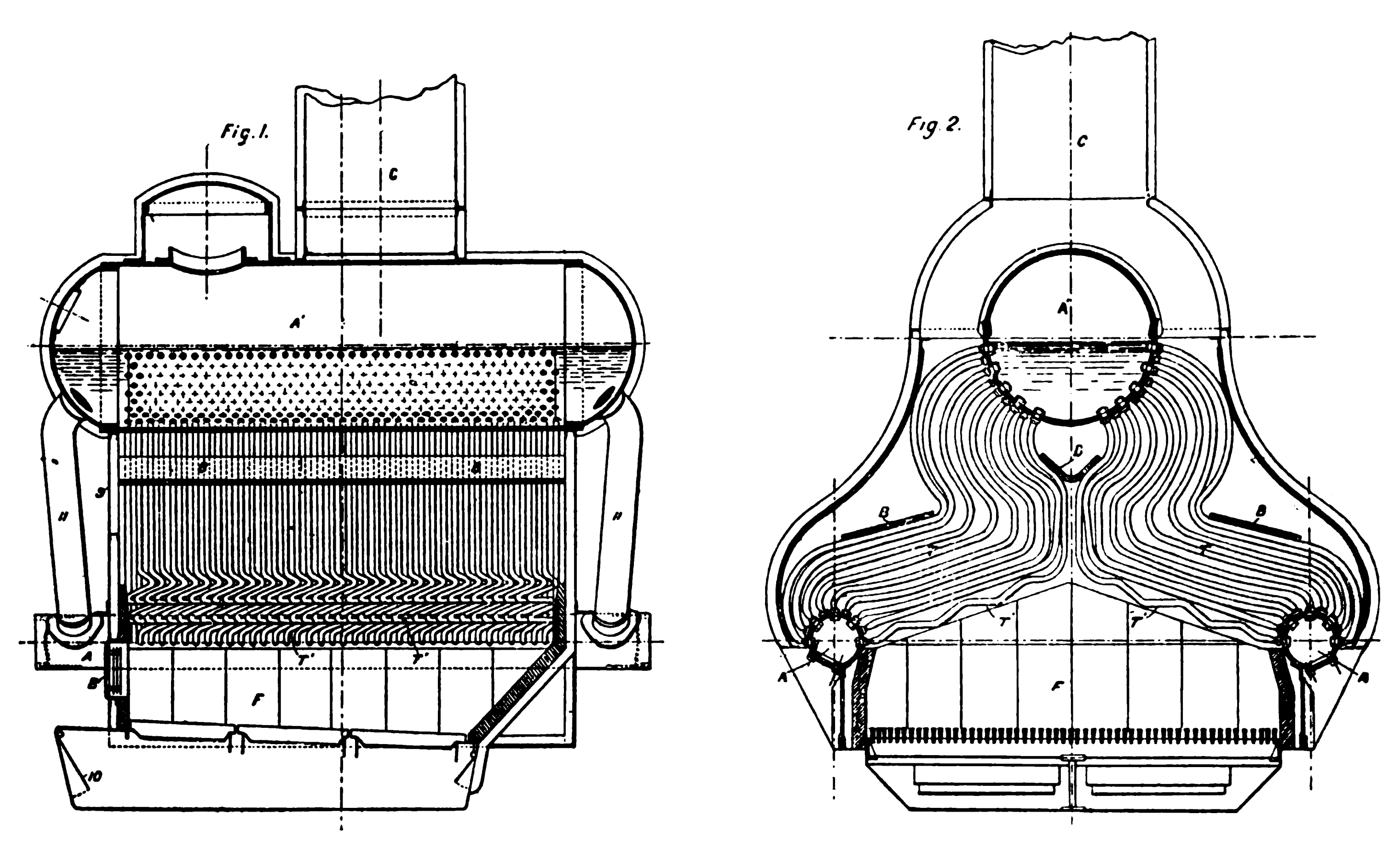


FIG. 1 et 2. — Coupes longitudinale et transversale d'une chaudière marine système Reed.

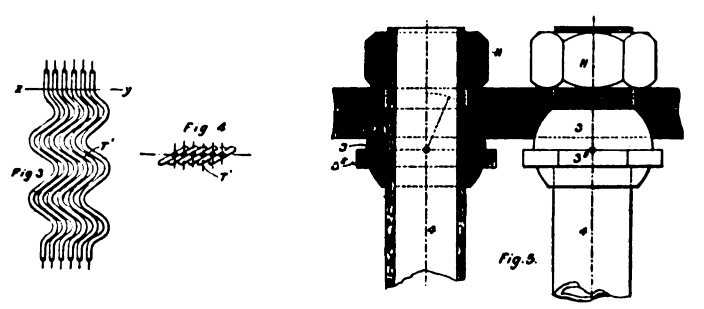


FIG. 3 et 4. — Détails montrant l'arrangement particulier des tubes.

FIG. 5. — Mode de fixation des tubes sur les bouilleurs.

Le cendrier est muni de portes à fermeture automatique (fig. 1), destinées à s'opposer à la projection des flammes dans la chaufferie et aux accidents de personne qui peuvent en résulter en cas d'explosion d'un des tubes.

Le *Lightning*, comme le *James* et le *Porenpine*, comporte quatre chaudières semblables à celles que nous venons de décrire sommairement. Aucune de ces douze chaudières, en service depuis plusieurs mois et soumises à de nombreux essais à tirage forcé avec une pression d'air s'élevant jusqu'à 130 millimètres, n'aurait, paraît-il, donné lieu au moindre accident.

L'alimentation est contrôlée par un régulateur spécial. La prise de vapeur se fait dans un petit dôme monté à la partie supérieure du gros réservoir et au moyen d'une séparation très simple. Chacune de ces chaudières peut vaporiser 14 tonnes d'eau à l'heure. Deux d'entre elles, fonctionnant à tirage forcé, suffisent pour obtenir une vitesse de 23,8 nœuds correspondant à une puissance de 2 800 chevaux, avec une pression dans la chaufferie de 100 millimètres en colonne d'eau.

Au cours des essais de consommation, la vaporisation de ces chaudières a atteint 12 kilogr. par kilogramme de charbon brûlé ; on ne dit pas quelle était la proportion d'eau entraînée.

Le poids d'une semblable chaudière, complète, avec tous ses accessoires, mais sans l'eau, est de 13,5 tonnes.

P. J.



MINES

STATISTIQUE DES INDUSTRIES MINÉRALES
et des appareils à vapeur en France, pour l'année 1895.

La Commission [1] chargée d'examiner et de coordonner les renseignements statistiques concernant l'Industrie minérale et les appareils à vapeur, vient de publier les tableaux relatifs à l'année 1895, dans lesquels sont résumées les investigations auxquelles se sont livrés à ce sujet les Ingénieurs des Mines.

Cette importante collection est précédée d'un exposé détaillé des principales données contenues dans ces tableaux. Elles se rapportent aux mines, aux salines, minières et carrières, aux usines métallurgiques de gros œuvre et aux appareils à vapeur.

Le *Journal Officiel* du 31 janvier 1897, publie le rapport ci-après, adressé au ministre des Travaux publics par la Commission, qui permet de jeter un coup d'œil d'ensemble sur la situation des industries dont il s'agit et signale rapidement les résultats les plus saillants que cette statistique enregistre et met en lumière.

On a exploité en France, pendant l'année 1895, 502 concessions de mines qui ont produit, en nombre arrondi, 32 344 000 tonnes de substances minérales concédées, représentant sur place une valeur totale de 340 millions de francs.

Les combustibles minéraux, houilles, anthracites et lignites, en composent la plus grande partie. Leur production a été, en effet, de 28 020 000 tonnes, valant près de 309 millions sur le carreau des mines. Elle s'est accrue de 603 000 tonnes, soit 2,2 % par rapport à l'année précédente, et n'avait pas encore atteint un chiffre aussi élevé.

On ne saurait cependant se féliciter outre mesure, de ce brillant résultat, quand on constate, d'après les statistiques étrangères, que, pendant la même année 1895, la production houillère de l'Allemagne s'est élevée à tout près de 104 millions de tonnes, en augmentation de 4 900 000, et que celle des Etats-Unis a reçu un accroissement colossal de 21 millions de tonnes, qui l'a portée à 175 millions. Il est vrai qu'un pays limitrophe du nôtre, la Belgique, a vu sa production, qui a été de 20 458 000 tonnes, décroître de 77 000 tonnes. En Angleterre, la production montant au chiffre énorme de 192 700 000 tonnes, ne présente qu'une augmentation de 1 400 000 tonnes, relativement faible puisqu'elle n'atteint pas 1 %.

Notre exportation est toujours restreinte; elle a consisté en 943 000 tonnes de combustibles crus ou carbonisés qui représentent 963 000 tonnes de houille. Elle s'est toutefois augmentée d'un quart par rapport à l'année 1894; elle s'écoule principalement en Belgique et en Suisse.

D'autre part, l'importation des charbons anglais, belges et allemands, montant à 10 804 000 tonnes de combustibles minéraux divers, qui représentent 11 510 000 tonnes de houille, est sensiblement stationnaire depuis six ans. L'abaissement considérable du fret a permis à l'Angleterre d'augmenter ses exportations de charbon en France et de se placer, à ce point de vue, un peu au-dessus de la Belgique.

Notre consommation a progressé de 1,7 %, c'est-à-dire dans une proportion un peu moindre que notre extraction, et s'est élevée à 38 640 000 tonnes, si l'on exprime en houille la quantité de coke en faisant partie.

Parmi nos différents bassins houillers, c'est toujours celui du Pas-de-Calais qui vient en première ligne, avec une production croissante qui est montée à 11 110 000 tonnes. Celui du Nord le suit avec 5 010 000 tonnes.

Seize autres groupes de bassins, en tête desquels se place la Loire avec 3 484 000 tonnes, fournissent les 11 900 000 qui complètent le montant de notre extraction houillère.

Des chiffres bien moins élevés s'appliquent à nos autres productions minières.

La plus importante, celle des minerais de fer, a atteint 3 680 000 tonnes pour les mines et minières réunies. On constate de ce côté une diminution de 92 000 tonnes, d'autant plus regrettable que nous importons annuellement 1 600 000 tonnes provenant des pays étrangers, notamment du Luxembourg.

Les autres minerais métallifères, ceux de plomb et d'argent, de zinc, de manganèse, d'antimoine, forment un total de 131 000 tonnes seulement; tandis que les pyrites de fer, qui sont, comme on le sait, employées à fabriquer l'acide sulfurique, en donnent un de 253 000.

L'extraction du sel gemme se chiffre par 515 000 tonnes. Celle du sel tiré des marais salants, qu'il convient de mettre en parallèle, n'a pas excédé 356 000.

Enfin 267 000 tonnes de substances bitumineuses complètent, à peu de chose près, l'énumération des produits des mines et minières de la France.

Les exploitations analogues, situées en Algérie, où la houille fait malheureusement défaut, ont fourni pour 3 588 000 francs de substances diverses, principalement des minerais de fer très estimés.

Les mines de la France ont assuré l'existence de 148 600 ouvriers, y compris 5 200 femmes employées à la surface, environ 8 300 jeunes gens de 16 à 18 ans, et 9 000 enfants âgés de moins de 16 ans, composant le personnel protégé par la loi du 2 novembre 1892.

Sur ce total, 137 300 ont été occupés dans les mines de combustible. Grâce à l'essor de l'extraction, le personnel des houillères a augmenté de 2 700 ouvriers; et l'année aurait été favorable aux exploitants si le prix de vente du charbon n'avait pas baissé dans certains centres importants, particulièrement dans le Pas-de-Calais, sous l'influence de la concurrence étrangère.

Les recherches de mines, exécutées en dehors du périmètre des concessions, n'ont pas été aussi nombreuses qu'en 1894. On en a cependant compté 79 en France et 8 en Algérie. Un relevé de statistique comprenant les dix dernières années fait ressortir leur total à 380.

Pendant cette période, 104 concessions nouvelles ont été instituées, dont 12 en 1895. Ces dernières concernent la houille, le lignite, les minerais de fer, ceux de plomb, zinc, argent, et autres métaux connexes, les minerais de manganèse et d'antimoine.

— Le chapitre consacré à l'industrie minérale proprement dite comprend des renseignements extrêmement nombreux et intéressants sur la production des carrières. Cette partie de la statistique a reçu, pour 1895, une extension amplement justifiée. On apprendra avec intérêt que, d'après les chiffres approximatifs réunis par les Ingénieurs des Mines, on n'a pas tiré des carrières, dont la France est abondamment pourvue, moins de 36 millions de tonnes de matériaux divers, soit une quantité supérieure à la production des mines.

Le montant de l'extraction serait encore plus élevé si l'on n'avait pas exclu provisoirement de cette statistique l'argile employée à la fabrication des briques et des tuiles, dans la crainte d'imposer aux Ingénieurs et contrôleurs des mines un travail trop considérable.

La valeur des matériaux, tirés des carrières souterraines ou à ciel ouvert sur lesquelles ont porté les investigations, compose un total d'un peu plus de 202 millions de francs.

Les pierres à bâtir, comprenant les pierres de taille, meulières et moellons, y entrent pour 45 millions; et les autres matériaux de construction, tels que les ardoises, les chaux, plâtres et ciments, pour 82 millions. Parmi les matériaux destinés à l'agriculture, il convient de signaler les phosphates de chaux, dont on a extrait 527 000 tonnes valant sur place près de 16 millions. Les pavés donnent aussi lieu à une exploitation très active, sans parler des matériaux servant au ballastage des voies ferrées ou à l'empierrement des routes.

La répartition géographique de ces substances, par département, est mise en évidence dans sept cartes statistiques coloriées, qui sont insérées dans ce volume.

On a compté, en 1895, 37 600 carrières en exploitation, dont 3 500 sont souterraines. Le nombre des ouvriers occupés, les uns pendant toute l'année, la majorité pendant une certaine période seulement, atteint 123 000. Les femmes et les enfants sont moins employés dans ces travaux que dans les mines, car leur relevé ne comprend que 1 500 femmes et 2 000 enfants âgés de moins de 16 ans.

— Le personnel ouvrier considérable qu'emploient les exploitants de mines, de minières et de carrières, et dont le nombre est comparable à celui des employés et agents des chemins de fer, est sujet à des accidents plus ou moins graves causés surtout par les éboulements. Beaucoup d'entre eux sont inévitables, parce qu'ils résultent de l'imprudence ou, pour nous servir d'un terme plus exact, de l'irréflexion des victimes.

Les mineurs sont exposés, en outre, à des dangers particuliers, au grisou et aux incendies souterrains. C'est ainsi qu'une explosion occasionnée, aux mines de Blanzy, par la combustion spontanée des produits de la houille au contact de la flamme d'un incendie, a occasionné la mort de 28 ouvriers. D'autre part, le grisou, tandis qu'il n'avait fait aucune victime pendant les trois années précédentes, a déterminé 5 accidents mortels, dans lesquels 6 mineurs ont péri; ces accidents se sont produits dans 5 concessions différentes, et il n'y a eu aucune catastrophe à déplorer en dehors de celle de Blanzy, précédemment mentionnée.

L'année 1895 s'est fait remarquer par un certain accroissement du nombre des tués. On en a compté 323 pour l'ensemble des mines, minières et carrières. Néanmoins, leur proportion s'est maintenue dans des limites fort inférieures à celles que révèlent les statistiques des pays étrangers, surtout en ce qui concerne les mines de charbon. Ces dernières ont donné lieu, en effet, à moins d'accidents mortels que les autres mines et surtout que les carrières, soit souterraines, soit à ciel ouvert.

— Les usines métallurgiques de gros œuvre font l'objet du second chapitre de la statistique de l'industrie minérale. Celles dans lesquelles on produit directement de l'or, de l'argent, du plomb, du zinc, du cuivre, du nickel, de l'aluminium, de l'antimoine, quoique fort intéressantes, ont une importance secondaire sous le rapport de la valeur réalisée, qui n'a pas dépassé 37 millions en 1895, contre 38 millions l'année précédente.

On croit devoir signaler les progrès obtenus dans la fabrication de l'aluminium en fondant, dans des fours électriques, la bauxite tirée des carrières du Var et de l'Hérault. Cette remarquable invention a fait descendre le prix de ce métal, dans l'espace de quelques années, de 10 000 à 500 francs les 100 kilogr., et l'on en a fabriqué pour 1 800 000 francs en 1895.

Les usines sidérurgiques, c'est-à-dire celles dans lesquelles on donne naissance à la fonte, au fer ou à l'acier, tiennent une place considérable dans l'outillage national. La production des hauts fourneaux, des usines à fer et des aciéries a consisté en :

Fontes, 2 004 000 tonnes valant 111,3 millions;
Fers, 757 000 tonnes valant 117,2 millions;
Aciers ouvrés, 715 000 tonnes valant 183,2 millions.
Ensemble, 3 476 000 tonnes valant 411,7 millions.

Par rapport à l'année 1894, on constate une diminution de 66 000 t. sur les fontes, une autre de 29 000 tonnes sur les fers et une augmentation de 41 000 tonnes sur les aciers ouvrés. Pour l'ensemble, les

[1] La Commission est composée de MM. LORIEUX, Inspecteur général des Mines, *président*; KELLER, Inspecteur général des Mines, *secrétaire*; MICHELOT, chef de la division des Mines; ZEILLER, Ingénieur en chef des Mines; SOL, chef du 2e bureau de la division des Mines, *secrétaire adjoint*.



différences se résument en une diminution de 54 000 tonnes pour les quantités et de 4 800 000 francs pour la valeur des produits.

Le remplacement progressif du fer par l'acier est, en métallurgie, le fait capital de cette fin de siècle. Ainsi que nous le constations dans le rapport de l'année dernière, depuis que nous obtenons les lingots d'acier à bas prix, en nous servant de fontes déphosphorées par le procédé Thomas, les usines à fer en sont réduites à chercher à subsister. Elles ont dû abandonner la fabrication des rails, des bandages et des essieux des roues de locomotives et de wagons, qui sont maintenant en acier d'une façon exclusive. Les tôles se fabriquent de plus en plus avec le même métal; leur production a été, en effet, en 1895, de 182 000 tonnes pour les tôles d'acier et seulement de 86 000 pour les tôles de fer.

Si les demandes de rails n'avaient pas beaucoup diminué, à la suite du ralentissement logique apporté à l'achèvement de notre réseau de voies ferrées, notre production d'aciers de toute sorte dépasserait celle des fers. Du reste, la consommation des aciers en France, pendant l'année 1895, n'est restée que de 6 à 7 % au-dessous de celle des fers.

Les prix de vente ont généralement baissé, mais dans une faible proportion.

Le commerce extérieur des fontes, fers et aciers, dont la situation ressort des tableaux de l'administration générale des douanes, a montré plus d'activité en 1895 que l'année précédente : l'excédent global des exportations sur les importations s'est élevé à 145 000 tonnes, tandis qu'il était seulement de 45 000 en 1894. Les fontes y participent pour 112 000 tonnes, les fers pour 22 000, les aciers pour 27 000; la différence par rapport au total ci-dessus tient à un excédent d'importation de 16 000 tonnes sur les ferrailles de fer ou d'acier, les limailles et pailles qui y sont comprises.

Finalement, notre fabrication est demeurée stationnaire depuis quelques années pour les fers et aciers réunis; elle a même décliné pour les fontes.

Il n'en est pas de même dans d'autres pays, où il reste à satisfaire de plus grands besoins à l'intérieur, ou bien qui ont pu se créer, grâce à leur marine et à leurs conditions économiques, d'abondants débouchés à l'extérieur.

On peut en juger par la production de la fonte à l'étranger. En 1895, celle-ci s'est élevée en Angleterre à 7 827 000 tonnes, en s'accroissant de 281 000; en Allemagne, y compris le Luxembourg, à 5 461 000 tonnes, en augmentant de 81 000 seulement; en Belgique à 829 000, en augmentant de 10 000. La statistique des Etats-Unis porte le chiffre de la production dans ce pays à 9 597 000 tonnes, accusant un excédent énorme et presque invraisemblable de 2 832 000 tonnes comparativement à l'année précédente.

— Le troisième chapitre est consacré aux appareils à vapeur et se subdivise en trois sections où l'on passe en revue les appareils affectés : 1° aux établissements industriels et divers; 2° à l'exploitation des chemins de fer; 3° à la marine marchande.

La progression normale de ces différents appareils, que l'on constate depuis de longues années, s'est poursuivie en 1895 d'une façon plus accentuée qu'en 1894. Si l'on réunit les sections, on constate un accroissement de 3 054 chaudières, 620 récipients, 2 730 machines, 222 000 chevaux-vapeur, qui caractérise les progrès de nos industries.

On comptait au 1er janvier 1896, comme étant en activité, 96 972 chaudières à vapeur, parmi lesquelles 11 120 locomotives pourvues de foyer, 28 291 récipients et 85 390 machines motrices susceptibles de développer une puissance supérieure à 6 millions de chevaux-vapeur.

Le nombre des accidents n'a pas dépassé 36, chiffre voisin de la moyenne des vingt dernières années. Mais plusieurs d'entre eux ont présenté une gravité exceptionnelle; c'est ainsi que 9 mineurs ont été tués par l'explosion d'une chaudière installée souterrainement dans une houillère et que 7 personnes ont succombé à la suite de l'explosion d'une batteuse locomobile dans une exploitation agricole. Le nombre total des morts s'est élevé à 38, celui des blessés à 30.

Près des deux tiers des accidents ont été occasionnés par les conditions défectueuses de l'entretien des appareils.

Les Ingénieurs du service local des mines, ceux du contrôle de l'exploitation des chemins de fer, enfin les commissions de surveillance des bateaux procèdent, avec le concours des contrôleurs des mines, aux épreuves réglementaires auxquelles les appareils à vapeur sont soumis. Pendant l'année 1895, il a été exécuté 23 794 épreuves à l'aide de la presse hydraulique. Ce nombre est très élevé et n'a subi depuis cinq ans que de faibles variations.

Les Associations de propriétaires d'appareils à vapeur contribuent, pour leur part, à la surveillance des appareils installés dans les établissements industriels. Elles sont au nombre de 11, et les chaudières des associés formaient un total de 16 019 à la fin de l'année.

INFORMATIONS

Résultats obtenus par l'emploi d'un bon masque respirateur contre les poussières.

Nous avons déjà publié dans le *Génie Civil* (1), plusieurs des résultats obtenus dans les ateliers de la Compagnie du chemin de fer du Nord, par l'emploi d'un bon masque respirateur contre les poussières. On a pu voir que dans chaque cas, par le seul fait de cesser de respirer un air vicié, la santé des ouvriers s'était rapidement améliorée.

Aujourd'hui, en indiquant ce qui s'est passé pour le broyeur de couleurs de l'atelier de Tergnier, de la même Compagnie, nous montrerons que l'usage d'un bon masque respirateur contre les poussières, conduit à augmenter le salaire de l'ouvrier et la production de l'atelier.

Il s'agit d'un homme âgé de 62 ans et exerçant la profession de broyeur depuis 33 ans. Bien que très soigneux et prenant toujours la précaution de s'envelopper la figure et de se couvrir la bouche et les narines au moyen d'une toile fine lorsqu'il travaillait des couleurs à base de plomb, il subissait chaque année un chômage forcé pour cause de maladie.

L'attachement du temps passé à l'atelier par cet ouvrier montre, en effet, qu'il a suspendu son travail pendant 39 jours en 1894, (du 14 avril au 15 mai et du 5 au 11 juin), pendant 30 jours en 1895 (du 6 juillet au 5 août), perdant ainsi un mois par an.

Cet ouvrier a commencé à faire usage du masque à partir du mois d'octobre 1895 et, depuis cette date, il n'a plus fait aucune absence pour cause de maladie ou d'indisposition passagère, et même il constate avoir recouvré l'appétit, manger plus qu'autrefois et avec plus de plaisir et avoir retrouvé la régularité de son sommeil. Comme le salaire moyen mensuel de cet ouvrier varie entre 132 et 138 francs, on voit que par le seul fait de l'emploi du masque, il peut travailler de nouveau 12 mois par an, fournissant ainsi à l'atelier qui l'occupe une augmentation correspondante dans la production de son travail.

En résumé, l'ensemble des résultats que nous avons obtenus par l'usage d'un bon masque respirateur contre les poussières, nous amène à conclure que, par la généralisation de son emploi, on doit parvenir à supprimer le terrible mal de l'intoxication saturnine. En effet, en raison des dispositions du masque du docteur Détourbe (1), de l'épaisseur de la couche filtrante, en raison même de leur lourdeur, les poussières plombiques se fixent à la ouate sans jamais la traverser, sans pouvoir arriver aux organes respiratoires; d'après le dire des ouvriers, les mauvaises odeurs elles-mêmes ne pénétreraient pas à travers le masque.

Ch. BRICOGNE.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVI, n° 23, p. 364; t. XXVII, n° 15, p. 234.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVI, n° 23, p. 364.

Statistique de la construction des navires en 1896.

D'après la statistique que vient de publier le « Lloyd's Register », le nombre total des navires de 100 tonneaux et au-dessus, mis à l'eau en 1896, a été de 1 205 et leur tonnage de 1 899 673 tonneaux. Dans ces chiffres, les navires de guerre entrent pour 92 navires et 331 791 tonneaux, et les navires de commerce pour 1113 navires et 1 567 882 tonneaux. Ces derniers comprennent 888 vapeurs représentant 1 413 252 tonneaux et 225 voiliers représentant 154 630 tonneaux.

Un peu plus des deux tiers du tonnage ci-dessus, soit 1 323 709 tonneaux, a été construit dans les ports de la Grande-Bretagne. Viennent ensuite, mais à grande distance, les Etats-Unis avec 200 477 tonneaux, l'Allemagne avec 117 345 tonneaux, la France avec 105 500 tonneaux, l'Italie avec 28 709 tonneaux, la Russie avec 28 196 tonneaux, etc.

Les cinq plus grands vapeurs construits, en 1896, sont des navires allemands d'environ 11 000 tonneaux à deux hélices. La statistique à laquelle nous empruntons ces chiffres montre, d'ailleurs, que le tonnage des navires va toujours en croissant, et que le nombre des grands navires continue à augmenter.

École Centrale des Arts et Manufactures.

Bal de l'Association amicale des anciens élèves de l'École.

Le bal annuel de l'Association amicale des anciens élèves de l'École Centrale a eu lieu le samedi 30 janvier, dans les salons de l'Hôtel Continental, et a été très brillant.

M. Félix Faure, Président de la République, est arrivé ver 10 heures et demie et a fait, à plusieurs reprises, le tour des salons. Il était accompagné de MM. H. Boucher, ministre du Commerce et de l'Industrie, Hanotaux, ministre des Affaires étrangères, G. Cochery, ministre des Finances, Rambaud, ministre de l'Instruction publique, le général Tournier, chef de sa maison militaire, etc. Dans le cortège, on remarquait également les ambassadeurs d'Espagne, d'Italie, de Turquie, de Chine, les ministres de Belgique, de Suède, de Suisse, etc., qui avaient tenu à venir témoigner par leur présence toute l'estime dont jouissent, chez eux, les Ingénieurs de l'École Centrale.

A son arrivée, le Président de la République a été reçu par MM. Honoré, président de l'Association, Buquet, directeur de l'École Centrale, Bourdil, commissaire général du bal, par les anciens présidents et les principaux membres du Comité de l'Association. Avant de se retirer, il a annoncé à M. Loreau, président sortant de l'Association, qu'il était nommé chevalier dans l'ordre de la Légion d'honneur. Cette nouvelle a été accueillie avec une vive satisfaction par les nombreux Ingénieurs présents, parmi lesquels M. Loreau compte tant de profondes sympathies (2).

(2) Nous apprenons également que M. Loreau vient d'être nommé Régent de la Banque de France.



SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 22 janvier 1897.

Présidence de M. Ed. Lippmann, Président.

M. J. Bergeron fait une communication sur les résultats des voyages de M. F. Foureau au point de vue de *la géologie et de l'hydrologie du Sahara méridional.*

Après avoir rappelé rapidement les caractères des bordures occidentale, septentrionale et orientale du Sahara algérien, M. Bergeron en décrit la région méridionale dont les couches plongent toutes vers le nord. A partir de l'El Djoua, au crétacé supérieur succèdent des grès carbonifériens et dévoniens.

Les hautes régions de ce plateau reçoivent beaucoup d'eau et même de neige.

Au contraire, la haute vallée de l'Igharghar est toujours à sec; les eaux descendant de l'Ahaggar coulent dans le lit de cet oued à peine jusqu'à Ideles.

Vers l'ouest, l'Oued Mia est très riche en eau dont la présence se décèle par la végétation que l'on rencontre dans cette vallée qui va rejoindre l'Igharghar pour former l'Oued Rir'. Celui-ci semble donc formé souterrainement par la réunion des eaux venant de l'Oued Mia et du Tassili. L'Oued Igharghar avec ses affluents correspond à un bassin de réception considérable dont une faible partie lui fournit ses eaux.

D'après ces données, le transsaharien devrait suivre l'Oued Mia, remonter l'Igharghar jusqu'à Timassinin pour gagner le Tassili et non la haute vallée de l'Igharghar.

M. E. Duchesne entretient ensuite la Société de *la Chaudière militaire marine.*

M. E. Duchesne, après avoir énuméré les conditions que doit remplir la chaudière marine type, examine par quels moyens il est possible de réaliser les qualités requises :

1° Pour que les chaudières soient robustes et ne présentent aucunes chances d'explosion, il faut qu'il n'existe pas de points faibles et que les parties exposées au feu ne puissent se trouver sans eau;

2° Pour que la chaudière ne soit pas trop haute, il faut que toutes les parties qui la composent tiennent les unes aux autres avec le moins possible d'emplacement perdu, et qu'il ne soit pas nécessaire d'en faire le tour pour la surveiller ou la réparer;

3° Pour être capable de fournir, à un moment donné, une grande quantité de vapeur sèche, il faut que la chaudière soit disposée de telle manière que le dégagement de la vapeur se fasse avec facilité, et que la surface évaporatoire soit assez vaste;

4° Il faut que la chaudière soit légère, et cette condition sera remplie en exposant à l'action du feu la plus grande partie des pièces constituant le générateur;

5° Pour qu'une chaudière puisse supporter les plus brusques changements d'allure, il faut que les dilatations se fassent librement, et l'on y arrive en maintenant par une extrémité seulement les pièces soumises à l'action du feu. Il importe également que le mouvement d'ascension et de dégagement des bulles de vapeur se fasse facilement;

6° Pour qu'une chaudière soit d'une conduite facile, les grilles doivent être larges, mais peu profondes, l'alimentation et les extractions faciles; les boues et les sels doivent se déposer en des endroits accessibles et non dangereux, le volume total d'eau doit être assez considérable, et le plan d'évaporation d'eau d'une assez grande surface.

Pour que les réparations soient faciles, il faut que les joints se démontent rapidement;

7° Pour être mise en état de servir efficacement dans le minimum de temps, une chaudière marine doit se composer de parties faciles à enlever et à remplacer; on atteint ce résultat en la composant du plus grand nombre possible de pièces identiques interchangeables;

8° Il faut économiser le combustible pour donner au navire son plus grand rayon d'action. On y arrive en utilisant au mieux le charbon étendu sur les grilles et en s'efforçant d'éviter les déperditions inutiles de chaleur;

9° Enfin la chaudière marine militaire doit être d'un prix abordable.

Depuis quelques années, la marine française a essayé un nouveau type de générateur aquatubulaire qui semble réunir toutes les conditions qui ont été passées en revue, et les réparations se font avec une rapidité vraiment extraordinaire. M. Duchesne donne la description détaillée de ce nouveau générateur, qui est dû à M. Niclausse.

M. G. Baignères fait une communication sur *le matériel électrique de manutention dans les chemins de fer.*

M. Baignères, après avoir donné quelques renseignements au sujet de la remarquable installation hydraulique de la gare Saint-Lazare, fait ressortir les avantages que les industriels ont trouvés à l'installation de transmissions électriques dans leurs ateliers. Les chemins de fer ont suivi le progrès en appliquant la manœuvre électrique à certains engins tels que les chariots transbordeurs, les plaques tournantes, les treuils, les grues, les monte-charges.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur cette intéressante communication, car le *Génie Civil* publie actuellement, sur le même sujet, une étude très détaillée, par MM. Dumont et Baignères [1].

E. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 25 janvier 1897.

Physique. — **1°** *Sur la dilatation des aciers au nickel.* Note de M. Ch.-Ed. Guillaume, présentée par M. A. Cornu.

2° *Fluorescence des matières vitrifiées sous l'action des rayons Rœntgen.* Note de M. Radiguet, présentée par M. A. Cornu.

Les substances ci-dessous deviennent lumineuses sous l'influence des rayons X, dans l'ordre décroissant que voici : les émaux cuits; le crown; le flint-glass; le verre ordinaire et, plus particulièrement, celui dit *cristal;* la glace de la manufacture de Saint-Gobain; la porcelaine, la faïence émaillée, la poudre d'émail avant cuisson, et même le diamant taillé.

On sait d'ailleurs que la plupart de ces substances sont plus ou moins fluorescentes dans les rayons violets et ultra-violets. Il est donc possible d'établir avec ces substances des écrans fluorescents permettant de répéter les expériences de radioscopie, avec cet avantage que les corps vitrifiés signalés plus haut peuvent être travaillés optiquement.

Les images obtenues sont plus nettes, quoique moins brillantes qu'elles ne le sont avec les cristaux collés sur carton employés jusqu'à ce jour.

On utilise aussi avec succès ces corps pour réduire la pose dans les expériences de radiographie et on n'a pas à redouter les taches grenues données par les cristaux précités.

3° *Sur la détermination du rapport des deux chaleurs spécifiques de l'acétylène.* Note de MM. G. Maneuvrier et J. Fournier, présentée par Lippmann.

Une série de quarante-trois déterminations a donné aux expérimentateurs une valeur moyenne de $\frac{C}{c}$ égale à 1,26. Cette valeur, si différente de celle de l'air atmosphérique 1,393 se rapproche beaucoup de celle de l'acide carbonique 1,29, encore plus de celle du protoxyde d'azote 1,27; elle est presque égale, en plus ou moins, à celles de l'acide sulfureux, de l'acide sulfhydrique, du gaz ammoniac et de l'éthylène.

Électricité. — *Sur un électromètre absolu destiné à la mesure des petites différences de potentiel.* Note de MM. A. Pérot et Ch. Fabry, présentée par M. A. Potier.

Optique. — *Appareil d'optique au moyen duquel on voit en relief, et dans leur sens normal, les objets moulés ou gravés en creux.* Note de M. Ernest Moussard, présentée par M. Lippmann.

Cet appareil a pour objet de montrer, redressée et en relief, l'empreinte en creux prise sur un objet quelconque.

C'est une petite lunette astronomique coudée, c'est-à-dire coupée en son milieu par un prisme à réflexion totale. Lorsque l'on regarde avec cet instrument une empreinte en creux, on constate que le relief est rétabli et que les caractères apparaissent redressés.

Cet effet tient à une illusion d'optique. Toute lunette astronomique renverse les images à la fois de droite à gauche et de haut en bas. L'intercalation du miroir fait disparaître le dernier renversement et ne laisse subsister que le précédent. C'est ce renversement de gauche à droite qui produit l'illusion pseudoscopique. Les ombres, qui se trouvent en réalité du côté de la source lumineuse, sont vues de l'autre côté; les lumières de même sont transposées, d'où le changement apparent du creux en relief.

Ce petit appareil, qu'on peut appeler *ectyposcope*, est susceptible de rendre des services, notamment aux archéologues qui ont rapporté de leurs excursions des estampages en creux, et les dispensera d'en faire des contre-moulages.

Spectroscopie. — *Spectres des métalloïdes dans les sels fondus : silicium.* Note de M. A. de Gramont, présentée par M. Friedel.

Chimie. — *Action de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone sur l'aluminium.* Note de MM. Guntz et Masson.

Lorsqu'on prépare de l'iodure d'aluminium, en faisant réagir dans un courant d'acide carbonique l'iode sur l'aluminium en poudre, la réaction se produit souvent avec une forte incandescence; si l'on observe attentivement les conditions de la réaction, on peut remarquer qu'il se produit, en même temps que l'incandescence, une absorption d'acide carbonique, que l'on constate facilement si l'on a eu soin de faire plonger l'extrémité du tube à dégagement de CO^2 dans le mercure. On peut rendre l'expérience plus frappante, en augmentant la vitesse du courant d'acide carbonique que l'on dirige sur l'aluminium : on voit l'incandescence augmenter fortement.

Si l'on recommence l'expérience dans les mêmes conditions en remplaçant CO^2 par H, on ne constate plus l'incandescence; par conséquent, celle qu'on observe dans le courant de CO^2 est bien due à la combustion de l'aluminium dans ce gaz.

Dans l'oxyde de carbone, au contraire, la combustion est beaucoup plus vive que dans l'acide carbonique.

MM. Guntz et Masson ont reconnu que, dans leurs expériences avec l'oxyde de carbone, le carbone se combine à l'aluminium pour donner du carbure d'aluminium. La composition de ce carbure peut s'établir en remarquant que, décomposé par l'eau chaude, il dégage du méthane pur. Ce carbure a pour formule C^3Al^4; la réaction de l'oxyde de carbone peut donc s'écrire

$$Al^6 + 3CO = Al^2O^3 + C^3Al^4,$$

ce qui correspond pour l'aluminium à une augmentation de poids de 51,8 %.

L'acide carbonique, dans les mêmes conditions, donne un résultat semblable.

L'iodure et le chlorure d'aluminium facilitent donc la combustion de Al dans CO et CO^2, avec production de carbure d'aluminium C^3Al^4, et permettent d'obtenir aisément une certaine quantité de ce carbure, qu'on ne peut obtenir qu'au four électrique par combinaison directe, comme l'a montré M. Moissan.

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

De l'utilité des chemins de fer. — Les *Annales des Ponts et Chaussées*, de juillet 1896, contiennent une note de M. Legay, Ingénieur des Ponts et Chaussées, sur la question si controversée des subventions à allouer aux lignes de chemins de fer dont les recettes sont insuffisantes pour couvrir les frais d'exploitation. L'auteur fait remarquer que l'établissement d'un chemin de fer subventionné aux frais des deniers publics constitue, en définitive, l'allocation indirecte d'une prime aux transports. Il est ainsi amené à dire que, au moins en ce qui concerne les marchandises, on provoquerait les mêmes transports en allouant à chaque élément transporté une prime précisément égale à la différence du prix de transport par terre et par voie ferrée. Si l'on fait abstraction des avantages indirects procurés par la création d'un chemin de fer, cela revient à dire que la subvention accordée à un chemin de fer serait mal employée si elle devait être supérieure à la somme obtenue en faisant la différence du prix des transports par terre et des transports par voie ferrée.

Chemin de fer de la Guinée française au Niger. — M. le capitaine du génie Salesse publie, dans la *Revue du Génie militaire* de décembre 1896, une intéressante étude sur une nouvelle voie de commu-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, nos 9 et suivants.



nication de la Guinée française vers le Niger. Il s'agit d'une route ordinaire pouvant, dans la suite, servir de base à un chemin de fer, et partant du petit port de Konatry, sur la côte de Guinée, pour aboutir à Faranna sur le Niger. M. Salesse décrit les difficultés rencontrées dans l'accomplissement de sa mission et donne des détails sur les procédés à employer pour activer l'exécution de cette route et construire ensuite le chemin de fer.

ÉLECTRICITÉ

Sur la difficulté de réaliser un câble téléphonique sous-marin. — Dans les n°s des 2 et 9 janvier 1897 de l'*Éclairage électrique*, M. Brylinski, Ingénieur des télégraphes, étudie les moyens d'établir un véritable câble téléphonique sous-marin, c'est-à-dire capable de transmettre la parole à très grande distance. Actuellement il n'existe pas, à proprement parler, de câble téléphonique sous-marin; ceux mêmes qui traversent le Pas-de-Calais et l'estuaire de la Plata, pour relier Paris à Londres ou Montevideo à Buenos-Ayres, n'ont de téléphonique que le nom et ne se distinguent pas sensiblement par leur composition des câbles télégraphiques ordinaires. Or, avec ces types de câbles, les obstacles qui s'opposent à la transmission de la parole prennent une importance si rapidement croissante que l'on n'a encore pu les utiliser pour franchir des bras de mer. M. Brylinski recherche, dans son étude, quelle devrait être la composition d'un câble pouvant transmettre la parole à environ 1 000 kilomètres de distance; il estime que le câble qu'il croit devoir proposer n'atteindrait pas un prix trop élevé pour qu'il soit impossible d'en faire l'essai entre la France et l'Algérie. Cet essai donnerait de précieuses indications pour la construction d'un câble de plus grande longueur et, dans le cas où il serait infructueux, le nouveau câble ne serait d'ailleurs pas perdu, car il pourrait servir de câble télégraphique et desservir un trafic très intense.

Les stations centrales d'énergie électrique à Paris. — Le numéro du 25 octobre de l'*Industrie électrique* contient une statistique très complète des développements récemment atteints par les stations centrales d'énergie électrique à Paris. Elle montre les progrès réalisés au cours de ces dernières années, l'accroissement de la consommation et les diminutions sur les prix de revient. Au 1er octobre 1896, la puissance totale disponible aux usines des secteurs était de 17 775 kilowatts par les dynamos et de 1 610 kilowatts par les accumulateurs.

MARINE

Appareils pour le renflouement des navires naufragés. — Les *Nouvelles Annales de la Construction*, de janvier 1897, donnent, d'après l'*Engineering*, la description des appareils employés en Angleterre, pour le sauvetage des navires naufragés. Quoique, de l'aveu même des Anglais, ce matériel soit insuffisant, il est néanmoins digne de fixer l'attention.

On sait qu'il existe deux méthodes de renflouement des navires naufragés : l'une dans laquelle le navire, étant encore étanche, est vidé au moyen de fortes pompes; l'autre dans laquelle il est soulevé à l'aide de câbles en acier qu'on passe par-dessous et de pontons. Dans la première méthode, qui est généralement employée pour les navires de grandes dimensions, des plongeurs vont consolider le pont à l'aide de poutres en bois et boucher toutes les ouvertures de manière à rendre le navire aussi étanche que possible; des pompes placées sur des bateaux ancrés le plus près possible, aspirent ensuite l'eau contenue dans le navire échoué. Cette méthode n'est applicable que dans une eau peu profonde; s'il y a une grande hauteur d'eau, il faut construire sur le pont du navire submergé une caisse étanche, puis, le navire étant ainsi redressé, surélever ses parois latérales qu'on amène à dépasser le niveau de l'eau. On pompe l'eau contenue dans la caisse étanche ainsi formée et le navire peut alors être conduit dans une eau moins profonde où il est possible de lui enlever sa superstructure.

Dans la seconde méthode, l'élévation du navire est produite au moyen de câbles et de pontons ou *chameaux* de différentes dimensions. La Thames Conservancy emploie un matériel qui se compose de deux chameaux de 406 tonneaux, deux de 305, et cinq de 152, soit un déplacement total de 2 183 tonneaux. La Liverpool Steam Tug Company a un matériel plus puissant, qui comprend quatre chameaux de 1 016 tonneaux chacun.

Incendie du Cormorin. — Dans le *Bulletin de la Société Industrielle de Marseille* (1er trimestre 1896) M. D. Stapfer a publié des renseignements intéressants sur la solution adoptée pour tirer parti de l'épave du *Cormorin*, le navire qui avait brûlé, dans le port de Marseille, dans la nuit du 11 au 12 septembre 1895 au moment de partir pour Madagascar. L'expertise faite après le sauvetage du navire ayant montré que plus de 500 tonnes de tôles et cornières étaient à reconstruire et que la remise du navire dans son état primitif coûterait plus d'un million, les assureurs ont payé la somme assurée et vendu l'épave aux enchères pour la somme de 95 000 francs.

Bac à vapeur de Finnieston. — Le *Yacht*, du 9 janvier 1897, donne la description d'un bac à vapeur fonctionnant depuis le mois de juillet dernier dans le port de Glasgow. Le pont de chargement de ce bac peut s'élever ou s'abaisser à volonté, de manière à se trouver toujours au niveau des quais d'accostage, quel que soit le moment de la marée. A cet effet, il est supporté par six vis verticales qui traversent des écrous fixés sur les longrines servant d'appui à la plate-forme; les vis étant mises simultanément en mouvement par une machine spéciale, les écrous et, par suite, le pont, se déplacent dans le sens vertical. L'amplitude de ce mouvement est de 4m 20, et le bac, qui a 24 mètres de longueur sur 12m 90 de largeur, peut contenir en même temps 300 piétons et huit voitures attelées. La propulsion se fait par quatre hélices, deux à l'avant, deux à l'arrière.

La marine militaire française en 1896. — Le même numéro du *Yacht* renferme un article sur les progrès réalisés dans la marine française au cours de l'année 1896. Il contient l'énumération des navires mis en service pendant cette année et l'indication, port par port et chantier par chantier, des bâtiments actuellement sur cale ou en achèvement à flot, ainsi que les sommes qui leur sont affectées sur le budget de 1897.

MINES ET MÉTALLURGIE

Fabrication des tôles d'acier. — Le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* de décembre 1896 contient une intéressante analyse des méthodes anglaises et américaines de fabrication des tôles d'acier, d'après une communication de M. Jeremiah Head à la Société des Ingénieurs civils de Londres. La conclusion en est qu'aux États-Unis l'emploi des machines, principalement celui des moteurs électriques et des appareils presque continus de roulage et de manutention, a permis de réduire la main-d'œuvre beaucoup plus qu'en Angleterre. Le laminoir type américain est supérieur à l'anglais parce qu'il comprime plus rapidement les lingots.

Système de fermeture de portes conjuguées. — M. Mazodier a fait à la *Société de l'Industrie minérale*, à Saint-Étienne, dans la séance du 5 décembre, une communication sur un système de fermeture de portes conjuguées qui a été essayé avec succès aux mines de la Béraudière. Pour mettre sûrement une mine à l'abri des variations d'aérage qui pourraient résulter de l'ouverture des portes principales, il ne suffit pas, en effet, de doubler ces portes, il faut encore les munir d'un appareil qui rende obligatoire la fermeture de l'une au moins d'entre elles. L'appareil imaginé par M. Mazodier est une nouvelle application de l'idée qui a reçu tant d'applications dans l'enclenchement des signaux de chemins de fer et qui consiste à faire dépendre la possibilité d'un mouvement de la pénétration d'une tige dans un trou.

PHYSIQUE ET CHIMIE INDUSTRIELLES

Explosifs de guerre et artifices. — Le *Bulletin de la Société industrielle du Nord de la France* (troisième trimestre 1896) contient une intéressante conférence faite à Lille, par M. Guenez, sur la transformation des poudres de guerre dans ces dernières années. L'auteur fait d'abord remarquer que l'usage de la poudre noire a duré environ quatre siècles, sans que la fabrication de cette matière reçut de bien sensibles modifications, et donne un historique très complet de cette fabrication. D'après lui, c'est à tort que l'on a attribué l'invention de la poudre à un moine allemand, Berthold Schwartz, qui vivait au XIVe siècle : un certain Marcus Grœcus en aurait indiqué la composition dès le VIIIe siècle. On sait, d'ailleurs, que les Chinois et autres peuples de l'Asie s'en servaient depuis fort longtemps, et l'on rapporte que les Arabes en avaient importé la fabrication en Europe au XIIe siècle. M. Guenez donne ensuite quelques détails sur la composition des anciennes poudres et sur celle des nouveaux explosifs, et fait ressortir les différentes propriétés qui caractérisent ces derniers.

L'état actuel et les besoins de la féculerie en France. — Dans un article paru, sous ce titre, dans la *Revue générale des Sciences* du 30 décembre 1896, M. Laze, chimiste de la Chambre syndicale des féculiers de l'Oise, décrit les procédés et appareils mis en œuvre dans l'industrie de la fécule. Il fait remarquer que, malgré des débouchés assurés, cette industrie est beaucoup moins florissante en France qu'en Allemagne, et montre que cette infériorité n'est pas, ainsi qu'on pourrait le croire, due à la différence des salaires, mais à la supériorité des procédés employés dans ce dernier pays. Les féculiers français s'inspirent beaucoup moins des progrès de la science que leurs concurrents allemands, au lieu de s'adjoindre des Ingénieurs capables, ils dirigent le plus souvent eux-mêmes leurs usines en se contentant de suivre les vieilles méthodes, et c'est à cet état de choses qu'il faut attribuer l'infériorité de leur fabrication.

Revivification de la matière d'épuration du gaz. — Le *Journal des usines à gaz*, du 5 décembre 1896, contient la description de deux méthodes, par M. le Dr Leybold, à Hambourg, permettant de reconnaître si le traitement de la matière (hydrate de fer) ayant servi à l'épuration du gaz est terminé, et si cette matière est, par suite, à l'état convenable pour être réutilisée.

Les trappes d'expansion de vapeur. — M. Walckenaer décrit, dans les *Annales des Ponts et Chaussées* de juillet 1896, deux dispositions expérimentées récemment pour accroître la sécurité dans l'emploi des chaudières à petits éléments. Ces dispositions consistent à ménager une trappe ayant pour objet, en cas de rupture d'un tube bouilleur, d'assurer au flux de vapeur une issue facile et inoffensive. Les deux systèmes de trappe dont il s'agit ont été tous les deux placés sur des chaudières Belleville utilisées dans des usines d'électricité. L'un d'eux a été étudié par la maison Delaunay-Belleville et constitue maintenant un accessoire des appareils qu'elle construit, l'autre a été combiné par la Compagnie Edison, qui en a fait munir les chaudières Belleville de ses stations.

Ouvrages récemment parus.

Les industries des abattoirs : *connaissance, achat et abatage du bétail; préparation, commerce et inspection des viandes; produits et sous-produits de la boucherie et de la charcuterie*, par L. Bourrier, vétérinaire sanitaire de Paris et du département de la Seine. — Un volume in-16 de 356 pages, avec 77 figures. (*Bibliothèque des connaissances utiles.*) — J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris, 1897. — Prix : cartonné, 4 francs.

L'auteur a mis à profit un long séjour aux abattoirs de la Villette pour étudier en détail les travaux de la boucherie, de la charcuterie, de la triperie et des spécialités diverses se rattachant à ces industries.

Après quelques pages consacrées à la description ces abattoirs et à la classification des bouchers, il passe en revue les diverses races d'animaux et donne pour chaque espèce d'utiles renseignements sur le mode d'achat, les systèmes d'abatage et la préparation des bêtes abattues, les issues, les produits accessoires; de même pour la qualité des viandes, leurs catégories, leur conservation, etc.

Les deux derniers chapitres traitent de l'inspection sanitaire des viandes et de la destruction des viandes insalubres.

Le pont de Québec. — Le *Rapport général du Commissaire des Travaux publics de la Province de Québec* (1895), contient un intéressant mémoire de M. Gauvin, sur le pont projeté depuis longtemps pour relier les deux rives du Saint-Laurent, près de Québec. Dans ce mémoire, M. Gauvin analyse les divers projets proposés jusqu'ici et conclut en faveur d'un pont du type *cantilever*. Il s'agit d'un ouvrage considérable dont le coût est évalué à 20 ou 30 millions et même plus.

Le Gérant : H. Avoiron.


IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 15. **N° 766.** Samedi 13 Février 1897.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Électricité** : Distribution électrique de lumière et de force à Briançon *(suite et fin)* *(planche XV)*, p. 225; Ch. DANTIN. — Transmission de la puissance motrice à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer *(suite)*, p. 229; G. DUMONT et G. BAIGNÈRES. — Lampe à arc enfermé, p. 232; A. WINKLER. — **Études économiques** : Le progrès des industries textiles aux États-Unis *(suite)*, p. 233; E. LEVASSEUR. — **Métallurgie** : Briques Roberts pour les empilages des appareils à air chaud, p. 235; F. VALTON. — **Mines** : La production de l'or en 1896, p. 235; R. DE BATZ. — **Informations** : Recherche d'un défaut dans une armature, p. 237. — Épurateur d'huile de graissage, p. 238. — Solution graphique pour la division d'un arc de cercle en un nombre quelconque de parties égales, p. 238. — Inauguration de la rue Réaumur, p. 238. — Varia, p. 238.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des Sciences, séance du 1er février 1897, p. 239.

BIBLIOGRAPHIE. — Revue des principales publications techniques, p. 239. — Ouvrages récemment parus, p. 240.

Planche XV : Distribution électrique de lumière et de force à Briançon.

ÉLECTRICITÉ

DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE DE LUMIÈRE ET DE FORCE à Briançon.

(Suite et fin (1).) — (Planche XV.)

Description technique. — Nous avons vu, dans la première partie de cette étude, que l'usine productrice d'énergie électrique, créée sur l'initiative du Génie militaire, devait avoir une puissance d'environ 500 chevaux afin de pouvoir satisfaire à tous les besoins, tant civils que militaires, qui peuvent se présenter dans la place de Briançon. Nous avons dit aussi que, à la suite d'un concours, la préférence fut donnée au projet dressé par MM. Guitton et Bertolus, Ingénieurs-électriciens à Saint-Étienne.

Un examen attentif de la question montra que, parmi les trois cours d'eau qui baignent le territoire de la commune de Briançon, c'était la Cerveyrette (fig. 2) qui convenait le mieux pour l'établissement d'une usine hydro-électrique. Le débit de cette rivière étant au moins de 700 litres à l'étiage, il suffisait, pour avoir les 500 chevaux nécessaires, de réaliser une chute de 55 mètres, en chiffres ronds, soit par la construction d'un barrage, soit par l'établissement d'un canal dérivé. L'emplacement de l'usine était, du reste, tout indiqué sur un replat situé à une distance de 2 000 mètres des trois principaux centres d'utilisation de la lumière et de la force (ville de Briançon, faubourg Sainte-Catherine et fort des Têtes).

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 14, p. 209.

Dans l'avant projet présenté au concours, MM. Guitton et Bertolus se proposaient d'employer des courants triphasés, mais, dans la suite, considérant que l'éclairage était le but principal de la distribution, ils ont trouvé plus avantageux d'avoir recours à des courants alternatifs simples. Nous allons donner quelques détails sur cette intéressante installation (1).

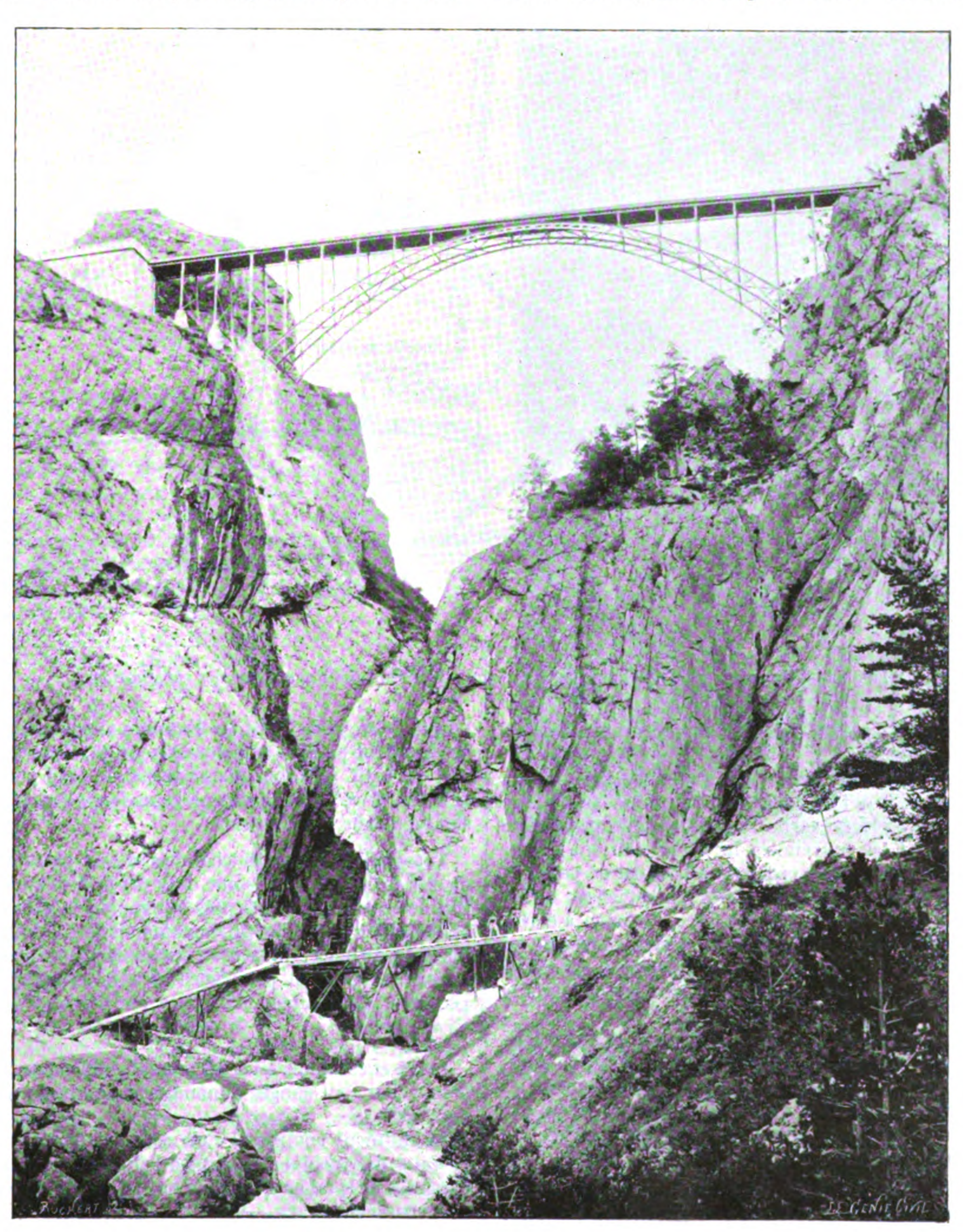


FIG. 1. — DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE DE BRIANÇON : Construction du barrage dans la gorge de la Cerveyrette.

PRISE D'EAU. — La solution adoptée par MM. Guitton et Bertolus a consisté à établir un barrage d'assez faible hauteur à l'endroit où le pont métallique construit par le service militaire traverse la Cerveyrette, et à conduire l'eau motrice ainsi recueillie, par un canal d'amenée creusé dans la rive gauche de la rivière, jusqu'à une tuyauterie dans laquelle s'établit la pression qui doit agir sur les turbines.

Barrage. — Au point choisi pour l'établissement du barrage (fig. 1), la Cerveyrette coule entre deux hautes parois de roc distantes seulement de 5 à 6 mètres à hauteur du niveau habituel des eaux et pouvant fournir des appuis

(1) Une partie des éléments de cette description sont empruntés à une intéressante notice de M. le capitaine du Génie Schweitzer, insérée dans la *Revue du Génie militaire*, livraison de férier 1896.

inébranlables aux maçonneries. On a donné à ce barrage une hauteur utile de 10 mètres au-dessus des eaux moyennes et 3 mètres d'épaisseur à la partie supérieure avec un fruit de $^1/_5$ sur la face aval. En plan il présente une forme légèrement convexe vers l'amont (fig. 3, 4 et 5).

Par suite de l'encaissement du lit de la rivière et de la nature des berges, il eut été fort long et très onéreux de détourner les eaux pour l'exécution des fondations. Il a donc fallu avoir recours à un artifice pour pouvoir exécuter cet ouvrage en laissant au cours d'eau son débouché habituel. Voici comment on a procédé.

On a d'abord jeté, d'un bord à l'autre, une voûte en pierres de taille et ciment de 4^{m}80 de diamètre et de 1^{m}10 d'épaisseur, solidement assise sur des entailles de 2 mètres sur 5 mètres pratiquées dans le roc à hauteur des eaux moyennes (fig. 3 et 4). C'est sur cette voûte, dont les têtes présentent la courbure admise en plan et le fruit adopté sur la face aval, que l'on a établi la partie supérieure du barrage, avec des matériaux de fort échantillon hourdés en chaux du Teil et rejointoyés au ciment.

Pour fermer le vide laissé au-dessous de la voûte, on inséra dans la douelle de cette voûte et vers la tête amont la partie supérieure de bouts de rails à patin, placés verticalement, réunis par quatre barres horizontales, et dont les extrémités inférieures furent solidement encastrées dans le lit de la rivière. Lorsque le canal de prise fut achevé, on appuya sur la grille ainsi constituée un batardeau formé par des madriers, des blocs de pierre et de la terre, de façon à élever le niveau de l'eau jusqu'à l'orifice du tunnel servant d'origine au canal d'amenée. On put alors remplir en maçonnerie de ciment, à l'abri de l'eau, le vide qui avait été laissé entre l'intrados de la voûte et les parois du lit.

Dans le couronnement, construit en pierres d'appareil et d'une longueur totale de 10 mètres, est entaillé un déversoir de 3^{m}60 de développement. En outre, afin de pouvoir évacuer plus facilement les eaux, ainsi que les graviers apportés dans le lac artificiel formé par la retenue, une ouverture de 1 mètre sur 1^{m}25, fermée par une vanne métallique, est ménagée dans le massif.

Canal d'amenée. — La première partie du canal d'amenée est creusée en tunnel dans le rocher formant la culée de rive gauche du barrage; elle a 50 mètres de longueur et présente une section de 1^{m}75 sur 2^{m}25. Le seuil de cette galerie est à 0^{m}80 au-dessus du radier du déversoir et, à son entrée, une grille à barreaux mobile empêche l'entrée des corps flottants. A la sortie du tunnel, une vanne à deux panneaux, dont les appareils de manœuvre sont placés dans un petit bâtiment maçonné, permet de régler le débit.

La deuxième partie du canal est établie à flanc de coteau dans des éboulis. Elle a une pente de 4 millimètres par mètre, une section totale de 1 mètre sur 1^{m}20 et une longueur de 400 mètres environ; ses parois latérales sont maçonnées et son radier est en béton de chaux hydraulique.

Pour éviter l'effet des gelées et des avalanches on a couvert le canal avec des madriers de mélèze, enduits d'une couche d'ardoisine, et avec une épaisseur de 0^{m}80 de terre.

Chambre d'eau. — Du canal d'amenée l'eau motrice passe dans une chambre maçonnée, de 3 mètres de largeur sur 4 mètres de longueur et 3^{m}50 de profondeur, en traversant une plaque en tôle galvanisée percée de trous de 0^{m}01 de diamètre afin d'arrêter les corps étrangers qui auraient pu être entraînés jusque-là. Cette chambre est recouverte par un petit pavillon et une vanne de fond permet de la purger des détritus. L'excès d'eau s'écoule dans la rivière, tandis que l'eau motrice s'engage dans la tuyauterie.

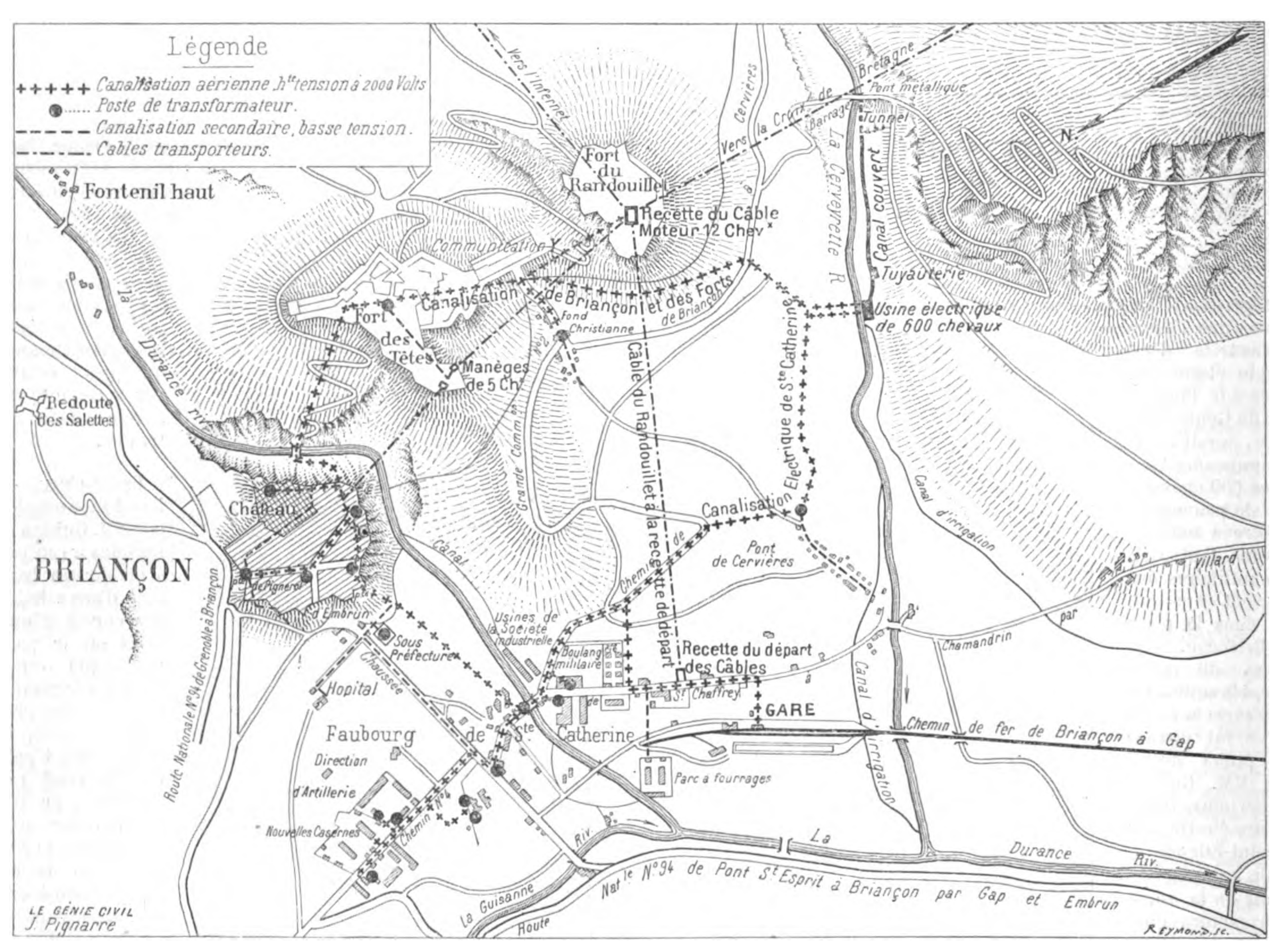


Fig. 2. — Distribution électrique de Briançon : Plan de situation et tracé des canalisations.

Tuyauterie. — De la chambre d'eau part une conduite en tôle d'acier de 0^{m}004 d'épaisseur et de 0^{m}75 de diamètre qui se dirige vers l'usine en suivant à peu près la ligne de la plus grande pente du terrain. Afin d'éviter les glissements, cette conduite est amarrée, de distance en distance, dans des massifs de maçonnerie; elle est, de plus, recouverte de terre pour soustraire le métal aux variations de température. La hauteur de chute réalisée avec cette conduite est de 45 mètres.

Usine électrique. — L'usine a été édifiée sur une plate-forme dont, pour éviter tout danger d'inondation, le niveau naturel a été remblayé de 3^{m}50.

Le bâtiment comprend : un sous-sol pour les tuyaux d'amenée et de fuite des turbines; un rez-de-chaussée contenant les turbines, les dynamos et le tableau de distribution; enfin un étage pour le logement du personnel.

Au rez-de-chaussée, deux massifs en béton supportent chacun une turbine de 150 chevaux et la dynamo correspondante; entre les deux



groupes on a ménagé l'espace nécessaire pour installer ultérieurement, si besoin est, un troisième groupe de 300 chevaux; sur le petit côté *t* (fig. 1 et 2, pl. XV) est placé le tableau de distribution.

Turbines.— Ces turbines, qui donnent chacune 150 chevaux en tournant à 500 tours, sont du système Fœsch et Piccard, de Genève, à axe horizontal. Elles se composent essentiellement d'une bâche cylindrique A (fig. 3 et 4, pl. XV) qui contient le distributeur fixe et la roue mobile dont l'aubage est à veines moulées (fig. 6 du texte). La roue est

Fig. 3. — Élévation.

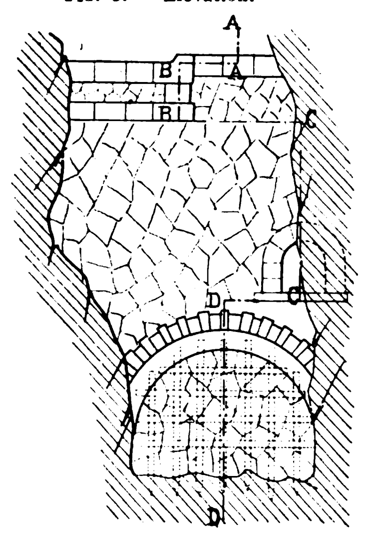


Fig. 4. — Coupe suivant AABBCCDD.

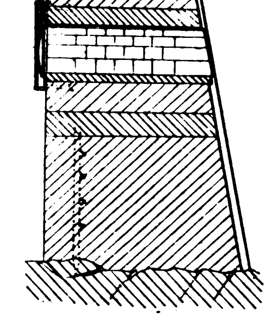


Fig. 5. — Vue de dessus.

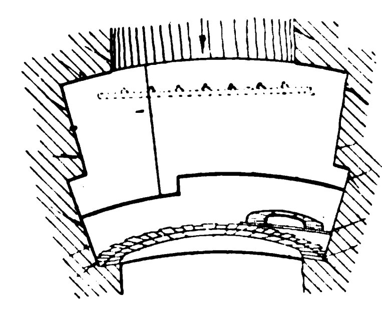


Fig. 3, 4 et 5.

Élévation, coupe verticale et plan du barrage de la Cerveyrette.

clavetée sur un arbre B, qui traverse les deux fonds de la bâche au moyen de presse-étoupes étanches et dont l'axe est à 3m 30 au-dessus du niveau d'aval.

L'eau arrive par le tuyau H et sort par le tube aspirateur D, dont l'orifice inférieur est commandé par un obturateur C formé par une plaque de tôle qui se meut sur une lanterne en fonte percée d'ouvertures. La plaque obturatrice est reliée à un régulateur de vitesse particulier, dit servo-moteur à déclic, actionné lui-même par un régulateur à force centrifuge. Ce système permet de ne pas établir de vannage dans le distributeur. Par suite de l'action du tube aspirateur, toute la hauteur de chute se trouve utilisée, comme dans les turbines Jonval, bien que la roue soit placée au-dessus du bief d'aval.

L'arbre moteur B est supporté par deux paliers EE, dits auto-graisseurs à anneaux; un pivot F, à bain d'huile, disposé à l'extrémité libre de cet arbre, équilibre la poussée horizontale produite par l'eau contre la roue.

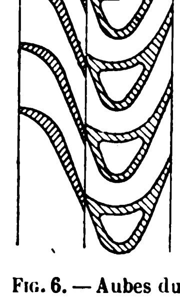


Fig. 6. — Aubes du distributeur et du récepteur des turbines.

Dynamos. — Les dynamos à courants alternatifs employées ont été construites par les ateliers d'Oerlikon. Actionnées directement par les turbines au moyen d'un embrayage élastique, système Raffart, elles donnent, à la vitesse de 500 tours, un courant de 100 ampères sous 2 000 volts, à 50 périodes par seconde.

Ces machines comportent un induit fixe et un inducteur mobile. L'inducteur A (fig. 5 et 6, Pl. XV) se compose de deux pièces en acier doux, calées sur l'arbre et réunies par des boulons; chacune de ces deux parties a l'aspect d'un disque présentant sur son pourtour six grandes dents dont les extrémités sont repliées parallèlement à l'axe, les dents de l'une s'intercalant entre celles de l'autre. Une unique bobine, placée dans une cavité ménagée entre les deux disques, détermine la formation de pôles alternativement positifs et négatifs. Le courant à basse tension (50 volts) nécessaire à cet effet est produit par une petite excitatrice B dont l'induit est monté sur l'arbre; il est recueilli sur deux bagues métalliques à l'aide de balais G en communication avec la baleine de l'inducteur.

Sur le bâti E de la dynamo sont boulonnés les paliers D et une enveloppe en fonte qui supporte le corps de l'induit C, composé de plaques en tôle douce recuite, isolées entre elles; des rainures y sont ménagées pour recevoir les bobines dans lesquelles circule le courant. Celles-ci sont isolées de la carcasse de l'induit par des couches de mica et de papier: elles sont elles mêmes recouvertes de plusieurs couches de coton, séparées par des feuilles de mica disposées sur l'induit alternativement dans les deux sens. Afin d'obtenir des forces électro-motrices additives, ces bobines sont réunies en série au moyen de câbles isolateurs, introduits dans des tubes en caoutchouc et fixés avec des isolateurs en porcelaine. En raison de leur forme spéciale, les bobines peuvent être facilement enlevées et remplacées, dans le cas où l'on constaterait un défaut d'isolement ou une détérioration quelconque. L'ensemble de l'induit est recouvert d'une enveloppe protectrice faisant corps avec les paliers et solidement assujettie aux fondations (fig. 7 du texte).

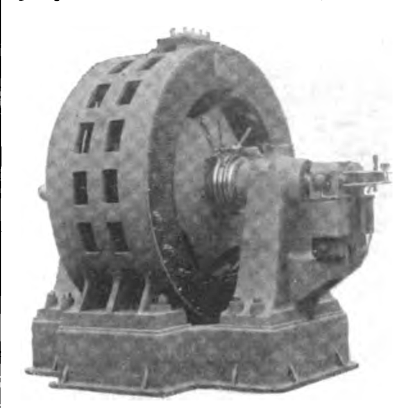


Fig. 7. — Vue d'ensemble d'une dynamo.

Les paliers sont pourvus du même système de graissage que ceux des turbines. Le courant induit, à haute tension, est recueilli sur des bornes fixes, placées hors de portée, à la partie supérieure de la dynamo, de façon à éviter tout accident.

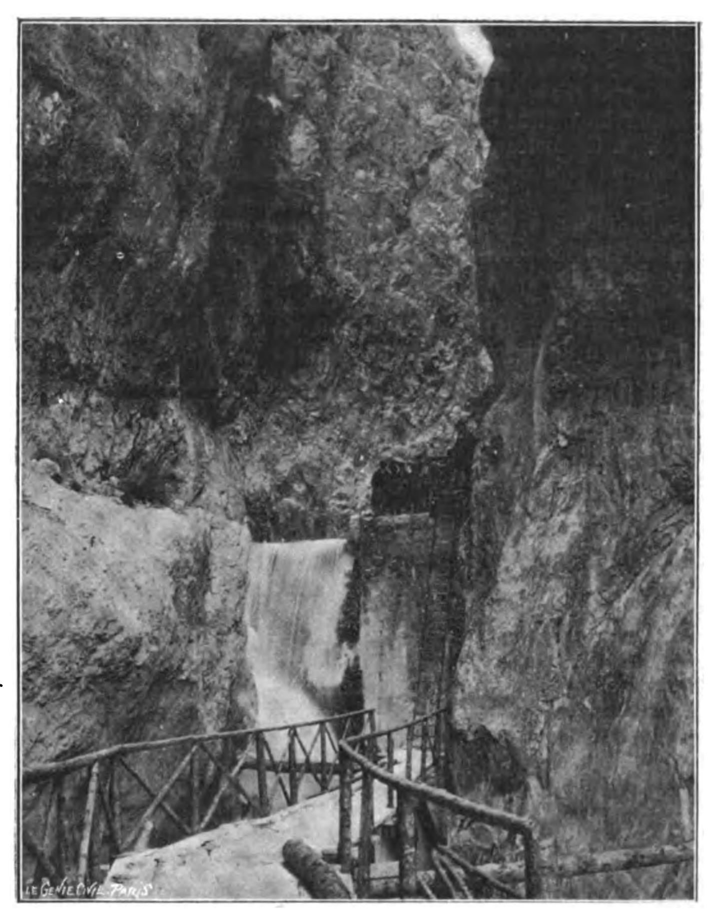


Fig. 8. — Distribution électrique de Briançon : Vue du barrage de la Cerveyrette et de son déversoir.

Distribution. — Le courant produit par les dynamos sort de l'usine au potentiel de 2 000 volts, ce qui permet de le transporter avec des conducteurs de petit diamètre. Aux lieux d'emploi, il convenait de réduire cette tension à 110 volts. La canalisation devait comprendre, par suite, un circuit primaire à haute tension, des transformateurs et des lignes secondaires à basse tension.

On a jugé convenable de réaliser des circuits séparés pour la force et la lumière, de sorte que chaque ligne comporte quatre fils. D'autre part, au départ de l'usine, la canalisation se divise en deux branches distinctes (fig. 2).

La première, dite « canalisation de Briançon et des forts », s'étend sur les pentes sud du fort du Randouillet, qu'elle alimente par un

embranchement, passe au fort des Têtes, franchit la Durance au pont d'Asfeld, dessert le Château et Briançon-Ville, et vient se souder à l'autre ligne par l'ancien chemin de Briançon.

Cette deuxième canalisation, dite « de Sainte-Catherine », après avoir alimenté, au moyen d'une dérivation, le hameau de Pont-de-Cervières, atteint Sainte-Catherine en suivant le chemin de grande

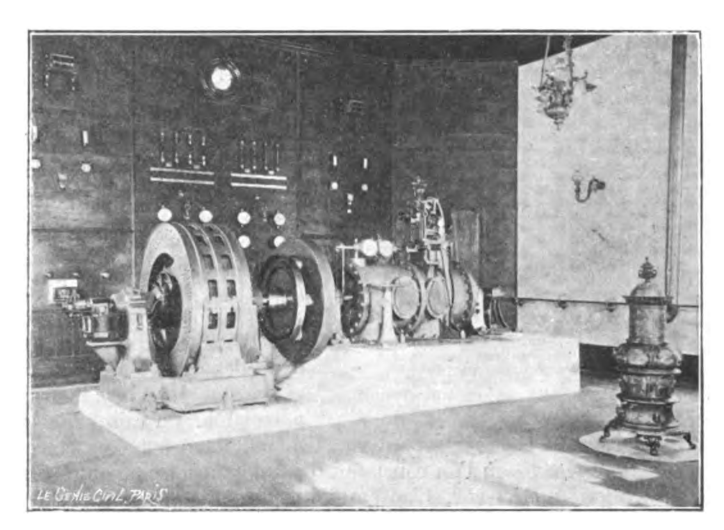


Fig. 9. — Distribution électrique de Briançon : Intérieur de l'usine et tableau de distribution.

communication n° 2 et aboutit à l'arsenal d'artillerie et aux casernes; un embranchement dessert les Toulouzanes, le magasin des subsistances, le parc à fourrages et la gare.

Chacune de ces deux lignes comporte quatre fils en bronze siliceux ayant chacun 12 millimètres carrés de section et fixés sur des poteaux en mélèze de 12 mètres de hauteur au moyen d'isolateurs spéciaux. Ces poteaux portent également des parafoudres.

Dans ou près de chaque groupe de bâtiments ou d'habitations, un transformateur abaisse à 110 volts la tension du courant. Des coupe-circuits, placés à chaque embranchement ou à chaque dérivation, permettent de localiser les arrêts dans la distribution.

Le schéma ci-joint (fig. 10) représente la distribution que nous venons de décrire, en même temps que sa légende fournit l'énumération des appareils de mesure et de sécurité du tableau de distribution.

L'examen de ce schéma permet de reconnaître que, par le simple jeu des quatre interrupteurs bipolaires à haute tension du tableau, on peut réaliser les combinaisons suivantes :

1° Alimenter les deux circuits (lumière et force) par une seule dynamo;

2° Alimenter chacun des circuits par une dynamo;

3° Accoupler en quantité les deux dynamos sur un seul des circuits;

4° Accoupler en quantité les deux dynamos sur l'ensemble des deux circuits.

Cette organisation procure une grande facilité pour l'exploitation et permet de parer à la plupart des imprévus.

Moteurs. — De même que les dynamos, les moteurs ont été construits par les ateliers d'Oerlikon.

Ces moteurs sont asynchrones. L'inducteur, qui est fixe, consiste en un anneau formé par une série de disques en feuillard extra-doux et dans lequel sont ménagées des rainures pour recevoir les bobines inductrices; il porte deux enroulements : l'un principal, l'autre supplémentaire ou de démarrage. Cet anneau est supporté par des paliers semblables à ceux des dynamos et fixés sur un bâti en fonte.

L'induit, mobile, consiste en un tambour en feuillard de fer doux portant un enroulement fermé, sans communication avec celui de l'inducteur. Cet enroulement est formé de barres de cuivre disposées parallèlement à l'axe et mises en court circuit à leurs extrémités par deux anneaux en cuivre, ou bien réunies par groupes, de manière à donner plusieurs circuits fermés réunis en quantité.

Les moteurs peuvent démarrer sous une certaine charge, mais il est préférable de les mettre en marche à vide. A cet effet, ils sont munis d'une poulie folle et d'un appareil d'embrayage à friction avec fourche; sur la transmission est calée une poulie de largeur double de celle de la courroie.

Dans le cas où, comme dans l'installation électrique de Briançon, la distribution est à deux fils, le dispositif de démarrage comprend un transformateur à deux barres primaires et trois barres secondaires, et un levier servant de commutateur (fig. 11 et 12); les deux barres primaires sont reliées aux fils de la canalisation à basse tension et les trois barres secondaires à celles du moteur.

Quand celui-ci est au repos, le levier-commutateur K est dans une position inclinée, entre les deux positions horizontales H et L. Pour le démarrage, la courroie étant sur la poulie folle, on rabat le levier en L. Les deux enroulements de l'indicateur se trouvent ainsi disposés en dérivation sur le circuit, en même temps qu'une résistance extérieure est introduite dans l'enroulement supplémentaire dont la self-induction est très faible; les courants traversant les deux dériva-

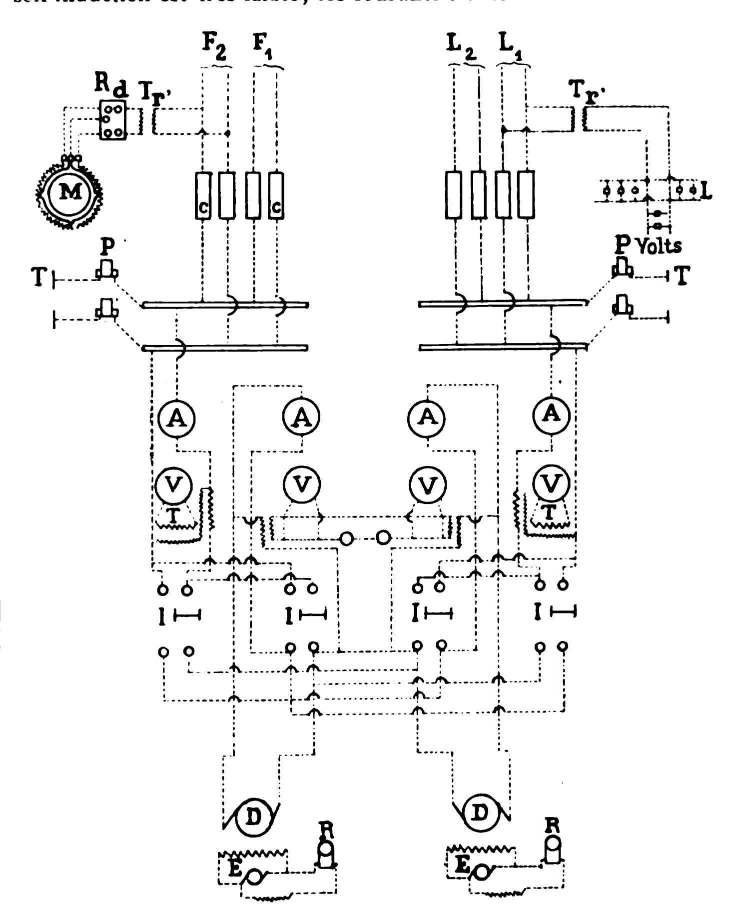


Fig 10. — Schéma théorique de la distribution.

Légende : D, alternateurs de 2 000 volts; — E, excitatrice; — R, régulateurs de tension; — I, interrupteurs bipolaires à haute tension; — *Tr*, transformateurs de mesure; — V, voltmètres; — A, ampèremètres; — P, parafoudres; — T, terre; — *c*, coupe-circuits à haute tension; — *Tr'*, transformateurs réducteurs; — R*d*, rhéostat de démarrage; — M, électromoteur de 110 volts; — L, lampe à incandescence de 110 volts. — Circuits de force : F_1, ligne des forts; — F_2, ligne de Sainte-Catherine. — Circuits de lumière : L_1, ligne des forts; — L_2, ligne de Sainte-Catherine.

tions sont alors décalés et produisent un champ tournant. Le moteur se met en marche et atteint très rapidement sa vitesse normale. En remenant alors rapidement le levier dans la position K, le moteur continue à fonctionner sous l'action des courants alternatifs simples et peut être mis sous charge.

Pour cela, on serre, à l'aide de la roue H (fig. 13) la poulie folle R_1 contre la poulie fixe R : celle-ci est entraînée et l'on y fait passer

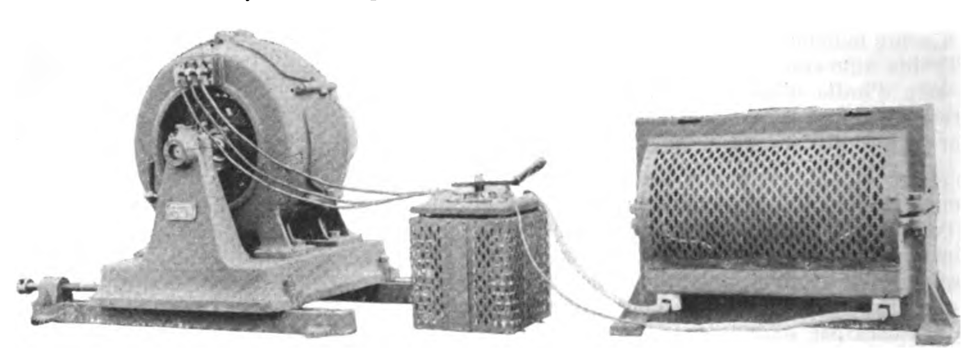


Fig. 11. — Distribution électrique de Briançon : Ensemble d'un électromoteur, d'un commutateur de démarrage et d'un transformateur.

alors la courroie à l'aide de la fouchette *g*, dont le manche *h* a été rendu libre en dévissant la vis d'arrêt *s*.

On peut, s'il est nécessaire, changer le sens de la rotation, en intervertissant les fils appartenant à un même enroulement.

Ces moteurs sont d'un entretien facile et tiennent peu de place. De plus, l'absence de collecteurs et de balais évite la production d'étincelles, ce qui permet de les installer dans les ateliers où se trouvent des matières combustibles.

UTILISATION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. — *Installation dans les bâtiments militaires.* — Tous les établissements militaires normalement occupés à Briançon-Ville, à Sainte-Catherine et au fort des Têtes, sont ac uellement éc'airés par des lampes à incandescence de 8, 16 ou 32 bougies. Par suite de la nécessité de maintenir la dépense devant résulter de l'éclairage électrique sensiblement au même chiffre que celle qu'entraînait précédemment l'emploi de lampes à pétrole, on a dû se contenter de 0,15 à 0,20 bougie par mètre carré de surface.

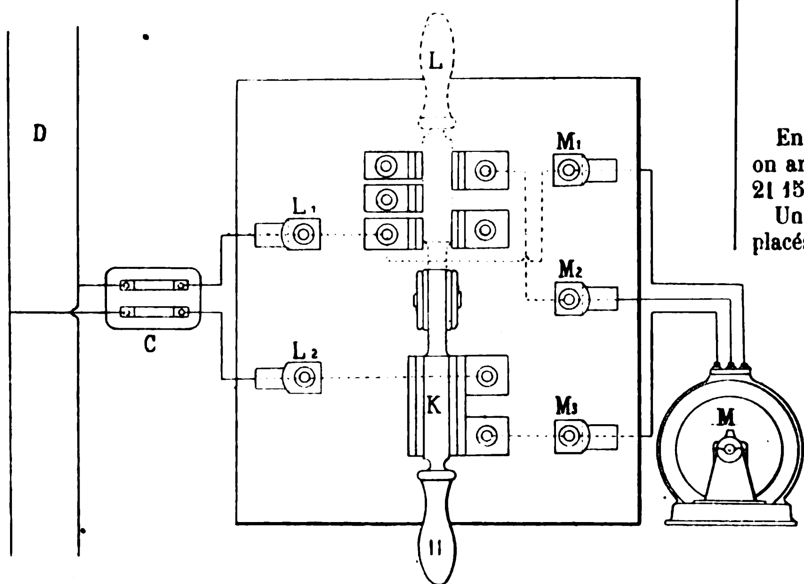


FIG. 12. — Dispositif de démarrage des moteurs.

LÉGENDE : M, moteur; — M_1, M_2, M_3, bornes secondaires du transformateur; — L_1, L_2, bornes primaires du transformateur; — K, levier-commutateur de démarrage; — C, coupe-circuits; — D, fils de distribution à 110 volts venant d'un transformateur.

On a, par suite, placé 2 lampes de 8 bougies dans les chambres de 24 à 28 hommes et autres locaux de mêmes dimensions (6m 50 sur 16 mètres en moyenne) et une seule dans les chambres de 12 à 14 hommes, chambres de sous-officiers, bureaux de sergent-major, etc. Même dans ces conditions, on obtient un éclairage bien supérieur à celui que l'on avait précédemment.

Les lampes des divers bâtiments sont montées sur des circuits distincts, selon les heures d'extinction. Ces circuits aboutissent à un tableau de distribution placé dans le poste de police, de sorte que lorsque le moment d'éteindre les lampes d'une certaine catégorie est arrivé, le chef de poste peut supprimer lui-même l'arrivée du courant en manœuvrant un commutateur.

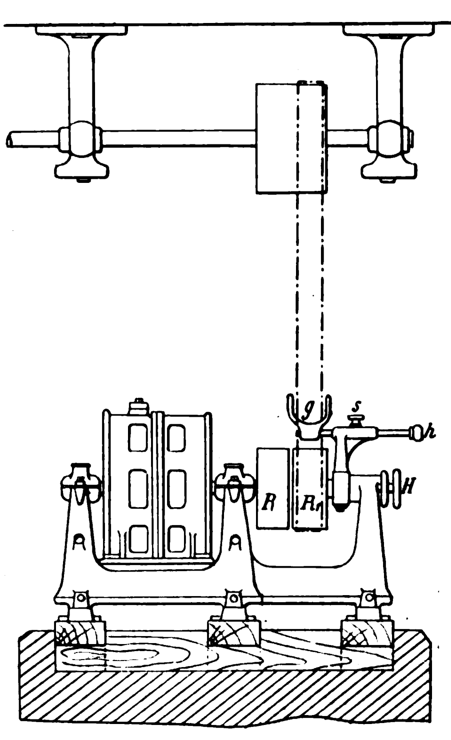


FIG. 13. — Dispositif de mise en charge du moteur.

LÉGENDE : R, poulie fixe; — R_1, poulie folle; — *g*, fourchette et son manche *h*, avec la vis d'arrêt *s*; — H, roue de serrage des poulies.

On a placé dans les bâtiments militaires, y compris le cercle des officiers, 661 lampes donnant 5 488 bougies.

Deux moteurs seulement sont actuellement utilisés par les services de la Guerre : l'un, de 12 chevaux, au fort du Randouillet, actionne les deux sections du câble : transporteur Sainte-Catherine-Randouillet-Infernet; l'autre de 6 chevaux, à l'arsenal d'artillerie, fait mouvoir la transmission générale des ateliers.

Installations civiles. — La Ville de Briançon qui, ainsi que nous l'avons vu, garantit aux concessionnaires une recette minimum de 4 000 francs par an, a fait organiser l'éclairage électrique des rues des diverses agglomérations comprises dans le périmètre de la distribution et, en outre, de tous les établissements communaux, hôtel de ville, collège, hospice, etc.

Le nouveau mode d'éclairage a été adopté par l'usine de la « Société Industrielle pour la Schappe » et par de nombreux particuliers. Les nombres de lampes et de bougies utilisées actuellement par ces divers consommateurs sont les suivants :

	Lampes.	Bougies.
Ville de Briançon	125	1 800
Société Industrielle	288	2 368
Gare du P.-L.-M.	180	2 200
Particuliers	960	9 300
TOTAUX	1 553	15 668

En ajoutant à ces chiffres ceux relatifs aux établissements militaires on arrive à un total général de 2 214 lampes fournissant ensemble 21 156 bougies.

Un certain nombre de petits moteurs électriques ont également été placés chez des industriels.

ÉTABLISSEMENT ET EXPLOITATION DE LA DISTRIBUTION D'ÉNERGIE. — Les travaux d'organisation de la prise d'eau, de l'usine et des canalisations électriques ont été exécutés sous la direction de M. Ch. Bertolus. Commencés au mois d'août 1893, ils ont pu être inaugurés le 29 septembre 1894, malgré une interruption pendant l'hiver. Depuis l'époque de sa mise en marche la distribution a toujours fonctionné avec la plus grande régularité, malgré les froids excessifs de l'hiver 1894-1895, pendant lesquels la température est descendue jusqu'à — 30° et qui ont amené l'arrêt de la plupart des usines de la région. L'administration militaire avait facilité la tâche des concessionnaires en mettant à leur disposition un certain nombre d'hommes pendant la durée des travaux.

Deux hommes suffisent, pour la surveillance de jour et de nuit, des moteurs et des dynamos; deux électriciens assurent l'entretien des canalisations et des installations faites dans les édifices publics et les maisons particulières.

En résumé, on peut dire que la station centrale de Briançon a été conçue de façon à donner satisfaction à tous les besoins à prévoir pendant une longue période et qu'elle a été réalisée dans des conditions très satisfaisantes. En raison des dispositions adoptées pour la prise d'eau et le canal d'amenée, qui peuvent au besoin livrer passage à un débit de 1 500 litres à la seconde, on pourra, dans la suite, si cela devient nécessaire, porter à 7 ou 800 chevaux la force motrice disponible.

Dans la première partie de cette étude nous avons fait ressortir combien cette installation électrique était avantageuse, tant pour la Ville de Briançon que pour les établissements militaires. Il n'est pas sans intérêt d'ajouter qu'elle paraît en même temps susceptible de rémunérer assez largement les capitaux employés à son établissement et à son exploitation. Pendant le dernier exercice, les recettes de l'entreprise se sont, en effet, élevées à un peu plus de 45 000 francs, dont 37 500 pour l'éclairage, 4 100 pour la force motrice et le surplus pour des rétributions diverses. Or, pendant le même exercice, les dépenses de l'exploitation n'ont atteint que 27 000 francs, dont 3 500 pour la surveillance, le graissage et le chauffage de l'usine, 11 500 francs pour frais de personnel, 1 000 francs pour l'entretien des lignes et le surplus pour frais généraux, publicité et charges financières (service des obligations et amortissement). Il reste donc un bénéfice net de plus de 18 000 francs qui, pour un capital-actions de 200 000 francs, laisse un intérêt de 9 %. Encore faut-il remarquer que l'entreprise n'en est qu'à ses débuts et que les bénéfices ne peuvent que s'accroître au fur et à mesure de l'augmentation de la consommation d'énergie électrique.

Ch. DANTIN.

TRANSMISSION DE LA PUISSANCE MOTRICE
à l'aide de l'électricité
aux engins des gares de chemins de fer.

(Suite [1].)

C. Dépenses d'exploitation. Prix de revient de la force motrice. — Il ne nous reste plus, pour pouvoir formuler des conclusions, qu'à évaluer les dépenses d'exploitation dans le cas de l'emploi de la puissance hydraulique et dans celui de la puissance électrique. Ces frais se subdivisent dans les deux cas en frais fixes et en frais variables suivant le travail effectué.

1° PUISSANCE HYDRAULIQUE. — Dans le cas de l'installation hydraulique actuelle, on peut établir comme suit les dépenses d'exploitation

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 9, p. 132; n° 10, p. 149; n° 11, p. 162; n° 12, p. 181; n° 13, p. 196; n° 14, p. 211.



et le prix de revient du mètre cube d'eau comprimé à 50 kilogr., aux appareils, en se basant sur une quantité annuelle d'eau refoulée de 185 000 mètres cubes.

Frais fixes. — Intérêts et amortissement des dépenses de premier établissement :

a) Sur bâtiments, fondations et égouts 5 % sur 910 684 francs . . . . Fr.	45 534	
b) Sur machines, appareils et conduites 8 % sur 986 900 francs	78 952	
		124 486
Entretien, fournitures et main-d'œuvre.		18 400
Personnel : Deux mécaniciens à 1 800 francs.	3 600	
— Deux chauffeurs à 1 600 francs.	3 200	
— Heures supplémentaires	980	
		7 780

Frais variables :

Graissage : huiles, chiffons, garnitures et désincrustant, environ. . . . . Fr.	3 800
Combustible : 840 tonnes à 29 fr. 33 la tonne, octroi compris . .	24 637
Eau : 20 mètres cubes par vingt-quatre heures, soit, par an, 7 300 mètres cubes à 0 fr. 10.	730
TOTAL. . . . . Fr.	179 833

La quantité d'eau refoulée avant été pour la dépense ci-dessus indiquée, de 185 000 mètres cubes, il en résulte que le prix de revient d'un mètre cube d'eau refoulée est de :

$$\frac{179\,833 \text{ francs}}{185\,000 \text{ mètres cubes}} = 0 \text{ fr. } 972,$$

lequel se décompose comme suit :

Part afférente à l'amortissement . . . . Fr.	0,673
Part afférente aux autres dépenses	0,299
TOTAL . . . . Fr.	0,972

2° PUISSANCE ÉLECTRIQUE. — Pour établir le calcul des dépenses relatives à l'électricité, nous pouvons déduire des chiffres ci-dessus indiqués certains coefficients.

Pour comprimer à l'usine hydraulique 1 litre d'eau à $52^{kg}5$ (pression à laquelle l'eau sort des compresseurs), il faut développer une énergie de 525 kilogrammètres; on en déduit que, pour comprimer 1 mètre cube d'eau à $52^{kg}5$, il faut développer 525 000 kilogrammètres, lesquels équivalent à une énergie électrique de :

$$\frac{525\,000 \times 9.81}{1\,000 \times 3\,600} = 1430 \text{ kilowatts-heure.}$$

Or, nous avons vu que, pour une production de 185 000 mètres cubes d'eau à $52^{kg}5$, on avait dépensé en graissage 3 800 francs, soit, par mètre cube, 0 fr. 0206. On peut donc admettre que les frais de graissage seront, par kilowatt-heure à produire à l'usine électrique, de : 0 fr. 0206 : 1,450 = 0 fr. 0144.

De même on a vu que la dépense de houille correspondante à la production de 185 000 mètres cubes d'eau comprimée avait été de 840 tonnes, soit de $4^{kg}54$ par mètre cube; on peut donc admettre que la consommation de houille par kilowatt-heure produit à l'usine électrique sera de :

$$4^{kg}54 : 1\,430 = 3^{kg}20 \text{ en nombre rond.}$$

Pour l'eau, nous admettons une consommation de 10 litres par kilowatt-heure.

Ceci posé, le devis s'établit comme suit :

Frais fixes.

Intérêts et amortissement des dépenses de premier établissement :		
a) Sur bâtiment, fondations et égouts, 5 % de 251 450 francs.		12 572,50
b) Sur machines, appareils et conduites, 8 % de 835 650 francs.		66 852 »
Fr.		79 424,50
Entretien, fourniture et main-d'œuvre :		
a) 0,01 de l'installation totale, moins les accumulateurs, soit 0,01 × (1 081 100 fr. — 166 250 fr.) ou. . . Fr.	9 208,50 (1)	
b) 10 % de la valeur des accumulateurs (2), soit 0,10 de 166 250 francs.	16 625 »	
ENSEMBLE . . . . Fr.		25 833,50
Personnel : trois mécaniciens électriciens supplémentaires (un pendant la période d'éclairage aux accumulateurs, et deux pendant la journée aux accumulateurs et aux machines) . . Fr.		6 000 »

Frais variables

Graissage, huiles, chiffons, garnitures, etc., à raison de 0 fr. 0144 par kilowatt-heure produit (coefficient établi ci-dessus), soit pour 550 000 kilowatts-heure	7 920 »
A reporter.	119 178 »

(1) Ce coefficient de 0,01 est celui qui ressort de la comparaison du chiffre d'entretien (18 400 fr.) au montant total de la dépense de premier établissement (1 897 000 fr.) dans le cas de l'installation hydraulique. Nous l'avons adopté, sauf pour les accumulateurs.

(2) Coefficient admis pour les accumulateurs par ceux qui en assurent l'entretien à forfait.

Report.	119 178 »
Houille : $3^{kg}20$ par kilowatt-heure produit (coefficient établi ci-dessus), soit pour 550 000 kilowatts-heure, 1 760 tonnes à 29 fr. 33 la tonne, octroi compris	51 620,80
Eau : 10 litres par kilowatt-heure, soit pour 550 000 kilowatts-heure, 5 500 mètres cubes à 0 fr. 10	550 »
TOTAL . . . . . . Fr.	171 348,80

Le nombre de kilowatts-heure produits pour la dépense que nous venons d'établir ayant été de 550 000, le prix de revient du kilowatt-heure est de :

$$\frac{171\,348 \text{ fr. } 50}{550\,000 \text{ kilowatts-heure}} = 0 \text{ fr. } 311.$$

Le prix de revient se compose comme suit :

Part afférente à l'amortissement . . . . Fr.	0,144
Part afférente aux autres dépenses	0,167
TOTAL. . . . Fr.	0,311

Nous trouvons que l'emploi de l'électricité permettrait de réaliser, par année, une économie de :

$$179\,833 \text{ fr.} - 171\,348 \text{ fr. } 50 = 8\,484 \text{ fr. } 50$$

sur les dépenses d'exploitation actuelles.

Mais cette économie devrait être encore diminuée d'une certaine somme pour tenir compte de l'usure plus rapide que subit le matériel de l'usine électrique qui fonctionne en dehors des heures d'éclairage pour compléter la charge des accumulateurs.

Les documents nous manquent pour établir cette dépense, attendu que l'entrepreneur de l'éclairage n'a pas fait connaître le décompte du prix de revient en kilowatt-heure pour l'éclairage.

Cette plus-value ne paraît pas devoir être très importante, et on aura toujours une certaine économie finale.

NOTA. — La distribution en boucle que nous avons adoptée en nous astreignant à suivre exactement la canalisation hydraulique, afin de nous placer dans les mêmes conditions, conduit nécessairement à une dépense assez élevée que nous avons évaluée à 81 000 francs du plan général des installations (1).

On aurait pu supprimer sans aucun inconvénient la partie FGH, sur laquelle il n'existe pas d'engin, et adopter une distribution ordinaire constituée par deux dérivations principales ANMRH et AOFED. L'économie réalisée serait d'environ :

$$400 \text{ mètres} \times 54 \text{ francs} = 21\,600 \text{ francs,}$$

dont l'intérêt et l'amortissement à 8 % représenteraient une économie annuelle de :

$$21\,600 \text{ francs} \times 0{,}08 = 1\,728 \text{ francs.}$$

D. **Conclusions.** — Il convient de faire remarquer que, dans l'étude qui vient d'être présentée, on a prévu l'emploi d'une batterie d'accumulateurs et d'une canalisation qui permettraient de doubler à l'occasion l'installation de force motrice dans les conditions de marche indiquées et avec le même personnel; mais avec cette condition de ne pas dépasser 800 chevaux. Si on demandait davantage, à un moment donné, le courant électrique se trouverait interrompu et certains appareils seraient condamnés à l'arrêt pendant quelques secondes.

Cette restriction faite, les appareils sont toujours prêts à fonctionner dans les mêmes conditions que les appareils hydrauliques existants.

Nous avons trouvé plus haut que l'utilisation de l'usine électrique existante aurait permis de réaliser sur les frais de premier établissement une économie importante (810.500 francs sur 1.897.600 francs, soit les 42 % environ), mais que, par contre, l'économie dans les frais d'exploitation annuels ont été au maximum de 8.400 francs, ce qui ne représente que les 4,6 % seulement de la dépense d'exploitation afférente à l'exploitation hydraulique.

Il paraît y avoir là une sorte d'anomalie dont il faut rechercher la cause.

Prenons, comme unité de puissance motrice, le *kilowatt-heure* (qui correspond à 1,358 cheval-heure ou 102 kilogrammètres-heure) et établissons son prix de revient dans le cas de l'emploi de l'électricité, en trois points, savoir :

1° A la sortie des appareils producteurs de l'énergie (à la sortie des compresseurs dans le cas de l'eau ; à la sortie des dynamos, dans le cas de l'électricité);

2° A l'entrée des engins qu'il s'agit d'actionner (c'est-à-dire aux tiroirs des presses hydrauliques ou aux bornes des moteurs électriques);

3° Au point d'attache de la charge.

Les prix de revient aux points susindiqués sont fonction des rendements en ces divers points.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 12, p. 181 (fig. 1).



Voici le tableau qui résume les calculs que nous avons établis :

HYDRAULIQUE	Rendement Partiel	Rendement Total	Prix du kw.-h.	ÉLECTRICITÉ	Rendement Partiel	Rendement Total	Prix du kw.-h.
			Francs				
Aux compresseurs .	»	»	0,68	Aux dynamos . . .	»	»	0,311
	0,952				0,648		»
Aux engins.	»	»	0,714	Aux engins.	»	»	0,48
		0,589				0,283	
Au point d'attache	0,619			Au point d'attache	0,437		
de la charge . . .	»	»	1,15	de la charge . . .	»	»	1,097

On voit que si, dans le cas de l'eau sous pression, le prix de revient de l'énergie est élevé, on peut, par contre, transmettre cette énergie, la distribuer et la transformer avec peu de pertes.

Tandis que dans le cas de l'électricité, si l'énergie est obtenue à bon compte, elle nécessite malheureusement pour sa distribution et sa transformation en travail effectif, des intermédiaires qui en absorbent une part considérable.

Cette observation est générale, mais dans le cas particulier, nous nous trouvons en présence de circonstances qui viennent aggraver les pertes : c'est d'abord l'emploi de deux engins (les monte-wagons) qui absorbant une énergie considérable nécessitent une batterie d'accumulateurs puissante et ensuite la faible tension des génératrices qui, nous oblige à passer par l'intermédiaire d'un transformateur (survolteur) qui élève la tension de 70 volts à 400 volts. Il convient, d'ailleurs, de remarquer que si la tension de 70 volts a été adoptée à la gare Saint-Lazare lorsque la Société Cance concessionnaire a présenté son projet, c'est parce qu'à l'époque où cette installation a été faite on considérait que la distribution en dérivation simple était la seule qui présentait la sécurité absolue recherchée dans l'éclairage d'une gare de chemin de fer où le service ne doit être interrompu sous aucun prétexte.

Aujourd'hui la tension minimum de distribution est ordinairement de 110 volts et l'usine qui a été établie à la gare Montparnasse, par la même Société, ne comporte que des dynamos de 110 volts.

Cependant, si malgré ces circonstances défavorables qui tiennent à ce que nous avons voulu transformer des installations existantes afin de les utiliser, nous avons trouvé une économie dans les frais d'exploitation, il est certain que cette économie serait beaucoup plus importante si on combinait l'usine productrice d'électricité en vue d'un service simultané d'éclairage et de transmission de force et si on n'avait pas à actionner des appareils aussi désavantageux que des monte-wagons. Ces appareils sont d'ailleurs des exceptions, les gares de messagerie étant rarement situées au-dessus des voies.

Une autre réflexion que nous suggère cette étude, c'est que même au prix de 0 fr. 311 le kilowatt résultant de l'emploi des accumulateurs, l'énergie électrique peut être employée pour la manœuvre des engins de gare.

Nous terminons en donnant pour chaque appareil la dépense d'une manœuvre en mètre cube d'eau et en kilowatt-heure et le coût de cette manœuvre, le mètre cube étant compté à 0 fr. 97 et le kilowatt-heure à 0 fr. 48 [1].

	HYDRAULIQUE Consommation	HYDRAULIQUE Coût	ÉLECTRICITÉ Consommation	ÉLECTRICITÉ Coût
	mètres cubes	Francs	kilow.-h.	Francs
Monte-wagons	0,474	0,46	1,275	0,612
Monte-charges de 8m 70	0,040	0,0388	0,064	0,030
— de 4m 90	0,035	0,034	0,037	0,017
Cabestan	0,400	0,39	0,615	0,295
Transbordeur à plaque.	0,065	0,063	0,109	0,052
Transbordeur à wagons	0,070	0,068	0,0734	0,035
Plan incliné	0,093	0,09	0,221	0,106
Grue de 1,5 tonne.	0,044	0,043	0,070	0,033
Grue de 5 tonnes	0,116	0,113	0,276	0,132

Les monte-wagons hydrauliques sont plus avantageux que les monte-wagons électriques à cause de la récupération partielle qu'ils permettent de réaliser à la descente. Par contre, les chariots à translation horizontale mus par l'électricité sont plus avantageux que ceux à manœuvre hydraulique parce qu'ils dépensent moins à vide qu'à pleine charge. Ces exemples prouvent qu'il faut choisir avec le plus grand soin les types d'appareils afin de les faire travailler dans les meilleures conditions compatibles avec la nature de la source d'énergie dont on dispose.

E. Comparaison des deux systèmes au point de vue technique. — Pour justifier l'emploi de l'électricité et lui donner la préférence sur l'eau sous pression pour la manœuvre des engins de manutention et de levage des gares, il ne suffit pas d'établir que le prix de revient sera moindre, encore faut-il que les services rendus soient les mêmes dans les deux cas ; c'est ce que nous nous proposons de rechercher en passant en revue chacune des parties de l'installation.

Appareils producteurs de l'énergie. — Les appareils producteurs de l'énergie ont à peu près les mêmes avantages, le même encombrement et le même rendement dans le cas d'une installation hydraulique ou d'une installation électrique.

Canalisation. — La *canalisation hydraulique* est toujours de forte dimension ; elle doit être faite avec soin et installée dans des égouts assez spacieux pour permettre la visite ; elle est rigide, par suite peu maniable, et comprend des accessoires nombreux, tels que soupapes, regards, etc. Il faut la protéger contre la gelée; les branchements nouveaux sont difficiles à installer ; les réparations ou remplacements sont longs et pénibles.

La *canalisation électrique* se compose de câbles de diamètres relativement faibles ; quand on ne fait usage que de courants continus à tensions inférieures à 500 volts (ce que nous avons dit suffire pour les applications aux engins des gares), l'isolement des conducteurs ne présente pas de difficultés. Les câbles sont installés dans des caniveaux de dimensions restreintes ; ils sont flexibles, se posent par grandes longueurs, n'exigent que peu d'accessoires (isolateurs, brides et boulons). Les variations de la température ne peuvent avoir sur eux d'actions fâcheuses. Les branchements s'installent rapidement et en des points quelconques. Les réparations et les remplacements sont faciles. Le tracé de la canalisation peut être aisément modifié. Les conducteurs en cuivre peuvent être amenés sans aucune difficulté aux différents étages des bâtiments, si on a besoin d'y installer de petits appareils.

Usine. — Dans le cas de l'emploi de la puissance hydraulique comme dans celui de l'emploi de l'énergie électrique, l'usine productrice, si elle est créée spécialement pour l'installation étudiée, doit être calculée pour la puissance moyenne à produire.

Des accumulateurs interviennent pour la fourniture du supplément de puissance nécessaire lors du fonctionnement simultané de plusieurs engins.

Il convient donc d'examiner les avantages et les inconvénients de ces accumulateurs dans le cas de l'eau sous pression et dans celui de l'électricité.

Accumulateurs. — Les *accumulateurs hydrauliques* ont de nombreux avantages: ils n'absorbent aucun travail sensible ; ils sont élastiques et se vident dans un laps de temps aussi faible qu'on le désire, jusqu'à épuisement complet; ils se remplissent rapidement et, enfin, ils ils se branchent directement en un point quelconque de la canalisation.

Les *accumulateurs électriques* ont un grand encombrement et un rendement faible (0,70 à 0,80 en énergie). Leurs régimes extrêmes de décharge sont dans un rapport limité (le régime de décharge faible est au régime limité dans le rapport de 1 à 5). Ils ne peuvent se décharger qu'incomplètement et pas en moins d'une heure. Leur voltage baisse pendant la décharge ; ils s'altèrent rapidement si cette décharge est intense ou très variable. La charge exige des précautions et elle est longue : il faut environ neuf heures pour fournir aux accumulateurs au régime fort l'énergie correspondante à leur capacité utilisable maximum. La manutention et l'entretien de ces appareils demandent beaucoup de précautions et de soins.

Malgré ces inconvénients, qui sont sérieux, les accumulateurs électriques peuvent être pratiquement utilisés dans des installations fixes.

Appareils et engins de manutention et de levage. — Le mouvement peut être donné aux divers engins de manutention et de levage à installer dans les gares par des moteurs hydrauliques ou par des moteurs électriques à l'aide d'organes intermédiaires de commande.

La *commande hydraulique* peut être réalisée par un moteur rotatif, par une presse à chaîne mouflée ou par une presse à action directe.

Dans ces trois cas, le rendement de l'appareil à *pleine charge* est bon (0,45 à 0,75), mais le rendement mécanique final est toujours très faible (bien inférieur aux chiffres indiqués), parce que le volume d'eau dépensé est indépendant de la charge elle-même et proportionnel au nombre de tours faits par le moteur ou au nombre des coups de piston de la presse.

La *commande électrique* peut être réalisée :

1° Par un électromoteur solidaire de l'appareil se déplaçant avec l'engin, si celui-ci est mobile, et relié à l'arbre du moteur par un ou deux harnais d'engrenages ;

(1) Ce prix de 0 fr. 48 résulte de ce qu'un kilowatt-heure pris à l'usine se réduit à 0,648 kilowatt-heure disponible aux bornes des moteurs par suite des pertes subies en passant par les intermédiaires du transformateur, des accumulateurs et des conducteurs dont les rendements respectifs ont été admis de 0,90, 0,80 et 0,90. Le kilowatt-heure absorbé par les engins revient donc à :

$$0,311 : 0,648 = 0 \text{ fr. } 48.$$



2° Par un treuil électrique fixe exerçant une traction sur une corde ou une chaîne reliée à l'appareil mobile.

Ces deux modes de transmission du moteur à l'engin présentent des inconvénients : les chaînes et les engrenages prennent du jeu et deviennent bruyants.

Le rendement est toujours faible (0,25 à 0,30), mais il reste constant, quelle que soit la charge, et représente la valeur du rendement final.

Ce faible rendement résulte de la *grande vitesse des moteurs électriques*, vitesse qu'il faut réduire par des organes intermédiaires.

Certains constructeurs, reconnaissant les inconvénients des grandes vitesses des dynamos ont étudié et construit des moteurs spéciaux tournant à des vitesses modérées (300 à 400 tours). Ces moteurs sont, il est vrai, plus encombrants, plus lourds et proportionnellement plus coûteux que les machines du type ordinaire, mais ils présentent des avantages incontestables au point de vue de la réduction du nombre des transmissions intermédiaires.

Les appareils de levage à chaînes et treuil électrique n'effectuent leur manœuvre qu'à une vitesse moitié moindre que les appareils similaires à manœuvre hydraulique, en raison même de la difficulté d'enroulement des chaînes sur les roues à empreintes.

Les moteurs mobiles avec les engins qu'ils commandent reçoivent le courant par l'intermédiaire de frotteurs ou contacts glissant sur des barres ou des câbles fixes.

Les moteurs électriques sont peu encombrants et robustes. Dans la plupart des cas, ils n'exigent pas de fondations spéciales, ainsi que cela se présente souvent pour les moteurs hydrauliques.

Appareils de manœuvre. — En ce qui concerne maintenant les appareils de manœuvre, c'est-à-dire ceux qui introduisent le fluide moteur ou qui en interceptent l'accès au moteur, nous dirons que :

La *manœuvre hydraulique* exige un tiroir de distribution, une tuyauterie compliquée, des soupapes d'arrêt, de retenue, quelquefois un compensateur (réducteur de pression), des soupapes d'admission et d'évacuation (comme dans le cas du monte-charge précédemment étudié), un levier pour la manœuvre à la main, une tringle avec taquets et butées pour la manœuvre automatique.

La mise en marche, la graduation de vitesse, l'arrêt se font par l'ouverture en grand, la réduction de cette ouverture ou la fermeture de la soupape d'admission. La descente, dans les mouvements verticaux, est produite par l'ouverture plus ou moins grande de l'évacuation.

Les mouvements peuvent s'effectuer sans chocs et avec précision.

La *manœuvre électrique* exige un interrupteur ou un inverseur à rhéostat de démarrage; on peut y adjoindre un indicateur de courant. La manœuvre automatique est commandée soit par tringles à butées et taquets, soit par contacts électriques agissant sur les circuits de relais qui opèrent les connexions des circuits principaux.

Les modes de commande sont donc tout à fait analogues dans les deux cas.

Les appareils mobiles ayant une longue course se raccordent très difficilement à une canalisation générale d'eau et très facilement à une canalisation générale d'électricité.

Ici se termine la seconde partie de notre travail : nous avons, en prenant pour exemple l'installation de la gare Saint-Lazare, comparé les résultats obtenus dans l'emploi des appareils hydrauliques à ceux qu'on aurait pu atteindre par l'emploi de l'électricité. Nous allons maintenant, dans une troisième partie, étudier les divers engins de manutention des gares au point de vue de leur transformation en appareils électriques.

(*A suivre.*)

G. Dumont et G. Baignères,
Ingénieurs des Arts et Manufactures.

LAMPE A ARC ENFERMÉ

L'idée de soustraire l'arc à l'action de l'air ou de le faire jaillir dans un milieu raréfié ou contenant des gaz ne date pas d'aujourd'hui. Depuis de longues années déjà, de nombreuses recherches ont été faites dans ce sens, tant en France qu'en Amérique. C'est de New-York que nous arrive la solution pratique de ce problème intéressant. La nouvelle lampe, dite lampe « Pionneer », que nous allons décrire, est déjà très répandue aux États-Unis, mais n'a pas encore reçu d'applications en Europe.

Les premiers essais de l'inventeur, M. le Dr Marks, portèrent sur la production de l'arc dans un cylindre en verre complètement fermé et contenant de l'air. Il observa un transport de charbon du positif au négatif et un dépôt intense sur le verre; de plus, la dilatation des gaz produisit une soufflure et amena la rupture de l'enveloppe (fig. 1).

En substituant au charbon négatif une électrode métallique, on observe un dépôt électrolytique de graphite sur le métal ; ce dépôt augmente lorsqu'on abaisse le voltage.

M. Marks s'est appliqué à étudier les diverses causes qui influencent la formation de ce dépôt : action de l'air, des gaz, du voltage et de

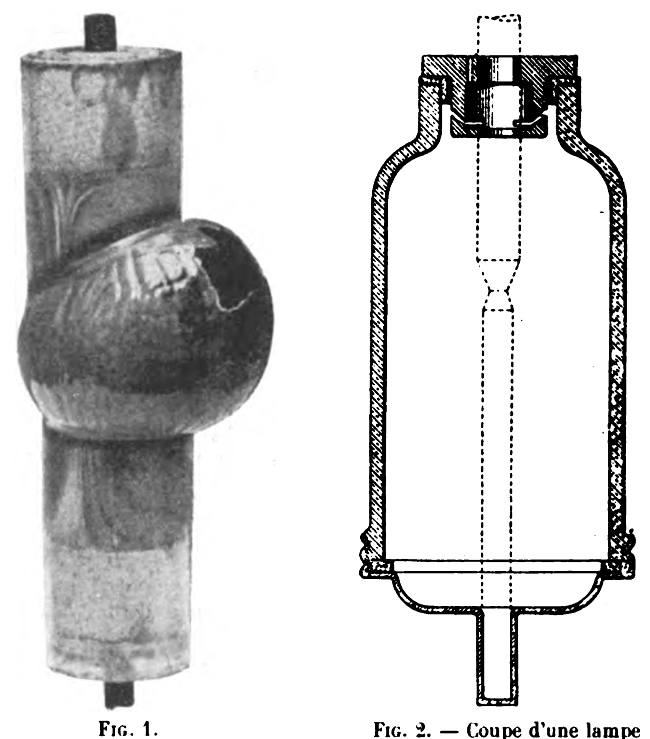


Fig. 1.

Fig. 2. — Coupe d'une lampe à arc enfermé, munie d'un *gas-check*.

l'intensité du courant, et il est arrivé à un résultat susceptible d'applications pratiques.

La suppression des particules de charbon, due à leur combustion complète, est obtenue avec un arc très long, une faible intensité et le réglage méthodique de la quantité d'air nécessaire pour transformer les particules en gaz.

Dans le cas de l'arc ordinaire, une partie du charbon est transportée électrolytiquement sur le négatif, une autre se transforme en CO et en CO^2; enfin, il se forme un dépôt lorsqu'on enferme l'arc en vase clos.

L'augmentation de la longueur de l'arc nécessite un courant de tension plus élevée; il a été reconnu qu'une différence de potentiel de 85 volts, sensiblement double de celle de l'arc normal, donne de bons résultats, à la condition, toutefois, d'employer des courants de faible intensité (5 à 6 ampères au maximum).

Pour obtenir la disparition totale du dépôt, M. Marks a imaginé un appareil dénommé le « gas-check » qui obture en partie l'ouverture du globe renfermant l'arc. L'air ne peut pénétrer dans l'enveloppe que par le gas-check.

Le gas-check (fig. 2 et 3) est un tube cylindrique en métal, de 15 millimètres de longueur, qui forme une deuxième chambre dans laquelle arrivent les gaz chauds de l'enveloppe; des ouvertures y sont pratiquées de telle sorte que la sortie des gaz contrarie l'entrée de l'air.

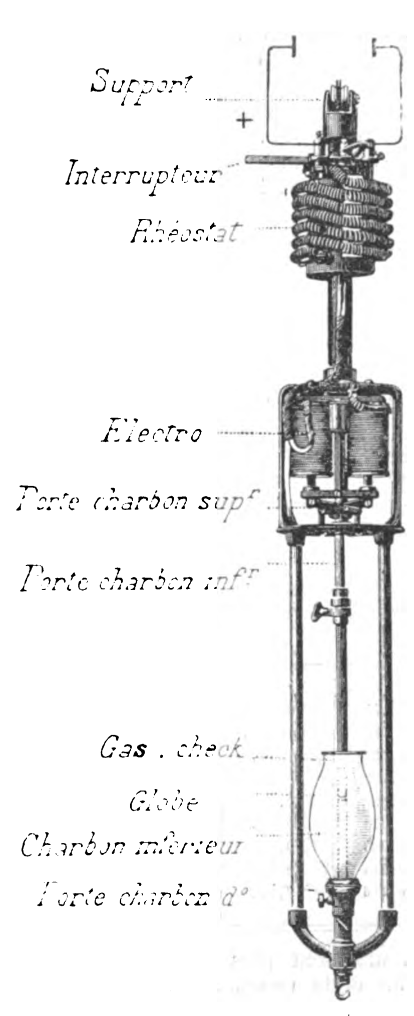


Fig. 3. — Mécanisme de la lampe à arc enfermé.

On n'admet ainsi que la quantité d'oxygène nécessaire à la transformation des particules incandescentes de charbon en CO et CO^2; la durée des crayons, déjà augmentée par l'emploi de faibles courants, se trouve encore prolongée.

La lampe-type définitivement adoptée fonctionne pendant 125 heures environ, avec un courant de 5 ampères et une force électromotrice de 100 à 110 volts. Les charbons, d'un diamètre de 11 millimètres, ont respectivement 30 et 12 centimètres de longueur.

Les mêmes charbons ont une durée de huit heures dans l'arc à l'air libre.

On doit noter cependant qu'à la longue, il se forme, sur les parois du globe, un dépôt, qui provient des impuretés contenues dans les charbons et qui se compose en grande partie de silice. Après une centaine d'heures de marche, il est assez opaque pour que l'on soit obligé de procéder au nettoyage du globe.

Le mécanisme de la lampe (fig. 3) est d'une grande simplicité :

Deux électros en série avec l'arc agissent sur une armature qui, lorsqu'elle est attirée, entraine deux leviers munis à leur extrémité d'une mâchoire embrassant le porte-charbon supérieur. L'écart normal est réglé à 10 millimètres; lorsqu'il augmente, le courant diminuant dans les électros, l'attraction est plus faible, la pince laisse glisser le porte-charbon jusqu'à ce que l'arc normal soit rétabli.

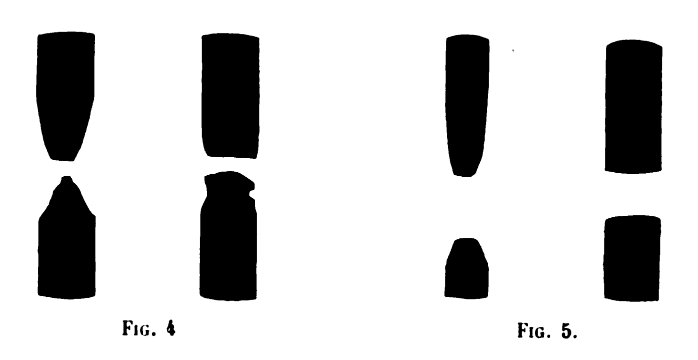


Fig. 4 Fig. 5.

Par suite du peu d'usure des crayons, le réglage se fait très lentement. Le mouvement de descente du porte-charbon supérieur est tel que le déplacement du point lumineux est imperceptible, d'où suppression de tout mécanisme pour rendre le point lumineux fixe.

Le globe ovoïde enfermant l'arc est monté sur le porte-charbon inférieur; il est fermé à la partie supérieure par le gascheek, régulateur d'entrée de l'air et de sortie des gaz.

Le rhéostat est placé sur la lampe.

Il est intéressant d'examiner l'aspect des charbons. La figure 4 montre la forme que prennent les charbons de même fabrication et de mêmes dimensions, soumis à l'action d'un même courant (6 ampères, 45 volts) dans le cas de l'arc ordinaire et de l'arc enfermé.

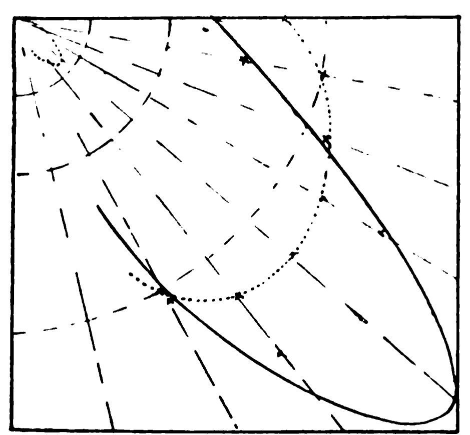


Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 6 et 7.

Si l'on porte la tension à 85 volts (fig. 5), on voit qu'à l'air libre, l'arc, d'une longueur de 15 millimètres, entame le charbon supérieur sur une étendue de quelques centimètres; il flambe constamment, le cratère est moins accentué, le charbon inférieur est légèrement arrondi.

Dans l'arc enfermé, l'écart est de 9 millimètres, les deux extrémités s'usent d'une façon uniforme et restent planes; le cratère est à peine dessiné (fig. 6). Il en résulte une meilleure répartition de la lumière; de plus, l'ombre portée par le charbon inférieur est diminuée.

Le diamètre de 11 millimètres paraît être celui qui convient le mieux à l'arc enfermé.

L'examen des courbes (fig. 6 et 7) permet de se rendre compte de la meilleure répartition de la lumière : avec l'arc enfermé, l'éclairement est plus uniforme (fig. 6); tandis qu'avec l'arc à l'air libre, on observe un maximum de 40 à 45° (fig. 7). Il est vrai que l'emploi de globes opales corrige ce défaut, mais au détriment du rendement lumineux.

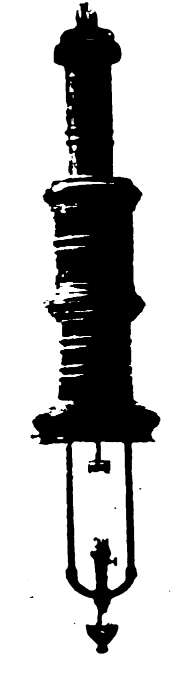


Fig. 8. — Vue d'une lampe « Pionneer » munie de son appareillage.

Le rendement, en définitive, doit être sensiblement le même dans les deux cas, surtout si l'on applique le nouveau système à l'éclairage intérieur, car l'éclat trop vif du globe ovoïde nécessite l'adjonction d'un globe légèrement opalin.

En résumé, les principaux avantages de cette lampe (fig. 8) consistent dans la longue durée des charbons, le faible entretien, l'absence de réglage et de mécanisme, la bonne répartition de la lumière, l'indépendance des lampes placées directement sur 110 volts, l'absence d'étincelles.

Par contre, les frais d'installation, de canalisation, sont plus élevés qu'avec les arcs ordinaires en tension par deux.

A. Winkler,
Ingénieur.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LE PROGRÈS DES INDUSTRIES TEXTILES AUX ÉTATS-UNIS

(Suite [1].)

Industrie du coton. — L'industrie du coton a, sur celle de la laine, l'avantage de se procurer dans le pays même toute sa matière première et la production de cette matière [2] a été en augmentant sans interruption, excepté durant la guerre de la rébellion.

La production du coton aux États-Unis, évaluée à 400 000 balles en 1821, était montée jusqu'à 5 198 000 balles (1.047 millions de kilogr.) en 1860. Paralysée par la guerre, elle ne retrouva ce niveau qu'en 1878; mais elle l'a beaucoup dépassé, ayant atteint, en 1892, 9 035 000 balles (1 948 millions de kilogr.): c'est le maximum jusqu'ici obtenu. Les États-Unis ont, depuis la fin du dernier siècle, exporté une partie de leur récolte et consommé l'autre. Mais, dans le principe, les colons filaient et tissaient en famille le chanvre, le lin et la laine; ils portaient des vêtements de toile ou de peau; l'usage du coton ne s'est répandu que plus tard. C'est en 1775 qu'on a vu à Philadelphie la première machine à filer [3]. La première filature à la mécanique, installée en 1787, à Beverly (Mass.) avec l'aide de la législature ne réussit pas, celle de Pawtucket (Rhode-Island) qui a eu une meilleure fortune, a été fondée en 1790 [4]. Les essais de tissage à la mécanique ne datent que de 1815 [5]. Pendant les deux guerres avec l'Angleterre (guerre de l'Indépendance et guerre de 1812-1814), les Américains, obligés de se suffire à eux-mêmes, avaient fait des efforts dont ils étaient fiers : « Nous nous sommes livrés dans l'intérieur de nos familles à la fabrication des articles les plus nécessaires pour nous couvrir le corps et pour nous habiller; ceux du coton peuvent entrer en comparaison avec les tissus du même genre

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 14, p. 218.

(2) Cependant, c'est de la Barbade que le Massachusetts reçut en 1633 ses premiers envois de coton. Le cotonnier a été longtemps cultivé comme plante d'ornement. C'est dans les États du centre (Delaware, etc.) que la culture en vue du tissage a commencé à avoir quelque importance; elle s'est propagée dans le sud durant la seconde moitié du XVIIIe siècle. La première exportation pour l'Angleterre (300 livres exportées de Charleston en 1787) parut si extraordinaire qu'à Liverpool la douane refusa d'abord de l'admettre.

(3) En 1780, la « Spinning jenny » fut introduite à Worcester (Mass.); c'était le temps des défenses les plus rigoureuses de l'Angleterre.

(4) Le fondateur est un Anglais, Samuel Slater, qui avait longtemps travaillé en Angleterre avec Arkwright et qui vint à New-York en 1789. Comme l'Angleterre prohibait sévèrement à cette époque l'exportation, non seulement de ses machines, mais même des dessins et descriptions de machines, Slater, que le président Jackson nommait « the father of american manufactures », dut créer de mémoire son outillage et fabriquer presque entièrement de ses mains ses trois métiers de 72 broches chacun. En 1809, il y avait déjà aux États-Unis, 87 filatures de coton avec 80 000 broches.

(5) L'Américain Lowell alla en 1811 étudier en Angleterre l'industrie cotonnière. De retour en 1814, il monta, avec Appleton à Waltham (Massachusetts), une fabrique, filature (1 700 broches) et tissage mécanique; c'était le premier établissement dans le monde entier où les deux fabrications se trouvassent réunies. Bientôt d'autres fabriques furent créées à Lowel, à Lawrence, à Fall River, etc.

provenant des fabrications européennes » (1). L'industrie du coton a été puissamment aidée par Éli Whitney, qui inventa, en 1794, la machine à séparer la graine de la fibre.

Les Américains ne se croyaient pas en état de soutenir la lutte ; car, pour le coton comme pour la laine, ils réclamèrent la protection douanière ; par la constitution revisée de 1789, ils avaient donné au Congrès le pouvoir de faire des lois de douanes et de protéger les manufactures, et le Congrès a usé largement de ce pouvoir dans les tarifs de douanes qu'il a votés en 1816, en 1818, en 1826 surtout, en 1833 (suivi du compromis de 1833), en 1842 (droits protecteurs de 25 à 50 %), en 1864 et années suivantes jusqu'à 1883 et 1890 (2). Les fabriques se sont multipliées d'abord près des chutes d'eau : Lowel, Lawrence, Holyoke, Fall River, Cohoes, Paterson, etc., sont devenues des villes dès le premier quart du XIXe siècle.

Le progrès de l'industrie cotonnière a été considérable et à peu près continu. C'est principalement dans les vallées que se construisaient les fabriques; on leur donnait jusqu'à six et sept étages dans l'espace étroit qu'elle occupaient. Peu à peu la vapeur s'est substituée, comme principal ou comme unique moteur, à la chute d'eau ; les fabriques se sont établies plus à l'aise, dans les plaines, moins hautes, plus spacieuses et mieux aérées. Les perfectionnements de l'outillage ont presque supprimé la poussière des ateliers et l'emploi de l'anthracite a épargné les inconvénients de la fumée. Le tableau suivant fournit des preuves numériques de ce progrès quoique tous les chiffres qu'il contient n'aient pas la même authenticité et ne méritent pas une égale confiance.

ANNÉES	NOMBRE D'ÉTABLISSEMENTS (filatures et tissages)	NOMBRE de BROCHES DE FILATURES	NOMBRE de MÉTIERS MÉCANIQUES	CAPITAL (millions de dollars)	NOMBRE D'OUVRIERS	SALAIRES DES EMPLOYÉS (millions de dollars) (6)	COTON CONSOMMÉ (millions de dollars)	PRODUCTION (millions de dollars)
1831 . . .	801	1 246 703	33 433	40,6	62 208	(10,0)	77,4	(40,0)
1840 . . .	1 240	(2 284 631)	»	31,1	(72 119)	»	(135,0)	(44,3)
1850 . . .	1 094	(3 000 000)	»	74,5	92 286	»	288,5	61,8
1860 . . .	1 091	5 235 727	126 313	98,5	122 028	23,9	422,7	115,6
1870 . . .	956	7 132 415	157 310	140,7	135 369	39,0	398,3	177,4
1880 (3). .	1 005	10 653 435 (5)	225 759	208,3	174 659	42,0	750,3	192,0
1890 . . .	905	11 088 103 (5)	324 866	354,0	221 585	69,4	1 092,4 (7)	267,9
1894 . . .	»	17 126 000 (4)	»	»	»	»	1 132,0 (7)	»

Le Massachusetts occupait depuis l'origine et occupe encore le premier rang; sur un total de 268 millions de dollars en 1890, il figure pour 100 millions. Après lui viennent le Rhode-Island (27 millions), le New-Hampshire (22 millions), la Pennsylvanie (18 millions), le Connecticut (15 millions), qui a un peu perdu depuis 1880, le Maine (15 millions). Les trois quarts des industries cotonnières sont groupés dans la Nouvelle-Angleterre qui avait produit 143 millions de dollars en 1880 et qui en a produit 181 en 1890.

Ce n'est pourtant pas la Nouvelle-Angleterre qui a le plus gagné durant cette décade. La région du Sud-Atlantique a passé de 16 à 41 millions et, parmi les États de cette région, la Géorgie a pris place, avec 12 millions de produits, immédiatement après le Maine (8). Pendant qu'en vingt-quatre ans le nombre des broches de filature doublait dans la Nouvelle-Angleterre, il décuplait dans six États du sud (292 000 en 1870; 2 253 000 en 1894 (9).

(1) Jefferson, *Notes sur la Virginie*, 1781.

(2) Le tarif de 1894 a légèrement tempéré quelques droits très élevés.

(3) Ces chiffres sont ceux de l'*Abstract du 11e Census* (p. 115). Ils ne paraissent pas concorder tout à fait avec ceux du *Report on Manufactures, 10th Census Cotton Manufactures*, p. 15 et du *Factory System*, p. 9.

(4) Le *World's Alm.* donne 15 841 000, le *Wool Book*, 1895 (p. 48), 17 126 000.

(5) Ce sont seulement les broches en activité. Le nombre total des broches en 1890 était de 14 550 000. En 1890, il y avait en activité 5 363 486 broches de mule spinning et 8 824 627 de trame spinning.

(6) Ces sommes ne comprennent que les salaires des ouvriers proprement dits.

(7) Ces chiffres sont tirés du *World's Alm.* M. Juraschek donne, pour 1890, 1 117,9.

(8) L'État qui vient immédiatement après la Géorgie, le New-York, ne figure que pour 9.7 millions.

(9) Nombre par milliers de broches de filatures de coton dans les seize États qui occupaient les premiers rangs en 1894 (*Census* de 1870 et de 1880 et *Wool book* de 1895) :

États.	1870.	1880.	1894.	États.	1870.	1880.	1894.
Massachusetts. .	2 619	4 326	7 160	Géorgie	85	198	550
Rhode-Island .	1 043	1 764	2 076	New-Jersey . .	200	232	439
New-Hampshire	749	944	1 296	Pennsylvanie. .	434	425	401
Connecticut . .	597	936	1 033	Maryland . . .	89	125	174
Maine	459	695	931	Alabama. . . .	28	49	170
New-York . . .	492	561	706	Virginie	77	44	139
N. Carolina . .	39	92	656	Tennessee . . .	27	35	121
S. Carolina . .	34	82	626	Vermont	28	55	102

Les six États de la Nouvelle-Angleterre ont augmenté de 5 486 000 en 1870 à 12 598 000 en 1894. Les six États du sud ont augmenté de 292 000 à 2 253 000. En 1860, sur 115 millions de produits de l'industrie cotonnière, 79 appartenaient à la Nouvelle-Angleterre, mais l'industrie commençait à se former dans le sud dont les établissements cotonniers représentaient un capital de 9 840 000 dollars, tandis qu'en 1831 ils n'en représentaient que 290 000 (voir *The Industrial Evolution*, par M. Carroll D. Wright, p. 135).

Depuis la guerre et surtout depuis 1880, les capitaux du nord se sont portés vers la région qui produit la matière première ; de riches manufacturiers de la Nouvelle-Angleterre n'ont pas hésité à aller se faire concurrence à eux-mêmes, aimant mieux profiter pour leur propre profit de la proximité des récoltes et du bas prix de la main d'œuvre que de laisser le gain à d'autres : c'est un trait du caractère américain.

En soixante ans, de 1835 à 1894, la consommation générale du coton a décuplé aux Etats-Unis qui ne mettaient eux-mêmes en œuvre à la première date que 16 % de leur récolte et qui, quoi qu'elle ait sextuplé, en emploient maintenant plus de 34 % ; l'industrie a marché d'un pas plus rapide que l'agriculture (1). La concentration est évidente et date de loin : de 1 240 en 1840, le nombre des établissements est tombé au-dessous de 905 pendant que le nombre des broches septuplait et que la quantité de coton consommée décuplait ; c'est que les machines motrices sont beaucoup plus puissantes et que les broches produisent davantage. Le travail à la main a reculé de plus en plus devant la mécanique; le recensement de 1890 a compté 14 millions de broches et 324 866 métiers mécaniques. En 1880, le travail à la main résistait encore dans quelques cantons montagneux du sud où les chemins de fer n'avaient pas pénétré. A une exposition de coton qui a eu lieu à Atlanta en 1881, on avait fait venir, avec leurs rouets et leurs métiers, quelques ouvrières qui pratiquaient encore ce genre de travail; on a calculé qu'à la manière dont elles travaillaient, elles devaient à cinq (2 cardeuses, 2 fileuses, 1 tisseuse) produire 8 yards de calicot commun par jour et qu'avec l'outillage actuel, cinq ouvriers ou ouvrières en produisaient 800 (2). Ils en produiraient davantage aujourd'hui.

Pour apprécier la rapidité des progrès de l'industrie cotonnière aux États-Unis, il faut recourir à la statistique comparée ; quoique très imparfaite, elle est suffisante pour démontrer que cette rapidité n'a été aussi grande dans aucun des États manufacturiers d'Europe, la Russie exceptée. La statistique nous apprend, en effet, que le nombre des broches a décuplé depuis 1834 aux États-Unis, pendant qu'il triplait ou doublait dans d'autres (3), que la consommation du coton de 1830 à 1886-1890 s'est accrue dans le rapport de 1 à 17, pendant qu'elle sextuplait à peine en Angleterre (4), que les États-Unis, qui employaient, en 1830, à peu près la même quantité de coton que la France, en emploient aujourd'hui plus du quadruple. L'Angleterre tient toujours la tête de l'industrie cotonnière; mais les États-Unis se rapprochent de plus en plus d'elle. Ils sont, après l'Angleterre qui exporte et ne consomme pas elle-même une grande partie de sa production, le pays où la production par tête est la plus élevée (5).

Il est vrai qu'eux-mêmes sont quelque peu exportateurs et aspirent à le devenir davantage et à disputer à l'Angleterre les marchés de l'Amérique du sud, de l'Asie et de l'Afrique, bien que leurs manu-

(1) En 1851-1860, avant la guerre, les États-Unis employaient 23 % de leur récolte de coton.

(2) Voir *The Distribution of Produits*, par S. Atkinson, p. 68.

(3) Voici le tableau de l'industrie cotonnière dans divers États de l'Europe :

États.	D'après Schertzer (1834).	D'après Ch. Grad (1873).	D'après Juraschek (1890).	
	Broches.	Broches.	Broches.	Métiers.
Grande-Bretagne	15 000 000	35 500 000	44 504 000	615 714
États-Unis	1 400 000	10 000 000	14 088 000	250 000
France.	2 500 000	5 700 000	4 914 000	72 784
Empire allemand.	500 000	4 700 000	5 500 000	245 000
Alsace.	»	1 700 000	»	»
Russie.	»	2 000 000	3 600 000	90 000
Autriche-Hongrie.	800 000	1 558 000	2 298 000	49 650
Inde.	»	»	3 273 000	24 650
Suisse.	580 000	1 850 000	1 798 000	23 731
Espagne.	»	1 400 000	1 885 000	7 559
Italie.	»	500 000	1 800 000	30 000
Belgique	200 000	»	800 000	»
TOTAUX.	20 980 000	62 700 000	87 756 000	1 409 088

Les totaux des deux dernières colonnes comprennent les broches et les métiers de quelques autres Etats non énumérés dans ce tableau.

(4) Voici le tableau de la consommation du coton, d'après Mulhall, en millions de kilogrammes :

États.	1830	1850	1869	1887-1888
Grande-Bretagne.	113,2	266,3	498,7	693,1
France.	31,0	63,4	99,7	140,4
Empire allemand.	7,1	20,8	66,5	171,2
Russie.	2,1	21,7	43,9	167,1
Autriche-Hongrie.	9,1	26,3	43,4	106,4
Etats-Unis.	35,4	131,4	181,2	457,5
Inde.	»	»	15,8	108,2
TOTAUX.	212,9	582,5	1 038,2	2 096,4

Ces totaux comprennent la consommation des autres États non énumérés dans ce tableau.

(5) Production d'articles de coton par habitant en 1886-1890 (d'après M. Juraschek) :

Grande-Bretagne.	49,0	kilogr.
États-Unis.	8,8	—
Empire allemand.	4,2	—
France	3,0	—
Autriche-Hongrie.	2,2	—
Russie.	1,5	—



facturiers proclament qu'il leur serait impossible de résister s'ils n'étaient pas couverts par une forte protection douanière.

D'ailleurs, la clientèle américaine avec ses 71 millions d'habitants et le taux élevé des salaires qui permet à l'ouvrier de dépenser plus que sur le continent européen, offre un marché très étendu et qui s'élargit sans cesse. Cette clientèle, ayant des goûts plus uniformes qu'on en a en France, parce que l'ouvrier s'habille à peu près comme le bourgeois, le rural comme le citadin, la manufacture n'a pas à diversifier autant ses produits et peut monter sa fabrication en grand pour la masse « le million », étant assurée d'un débouché considérable pour les articles d'apparence avantageuse et de qualité médiocre.

(A suivre.)

E. LEVASSEUR,
de l'Institut.

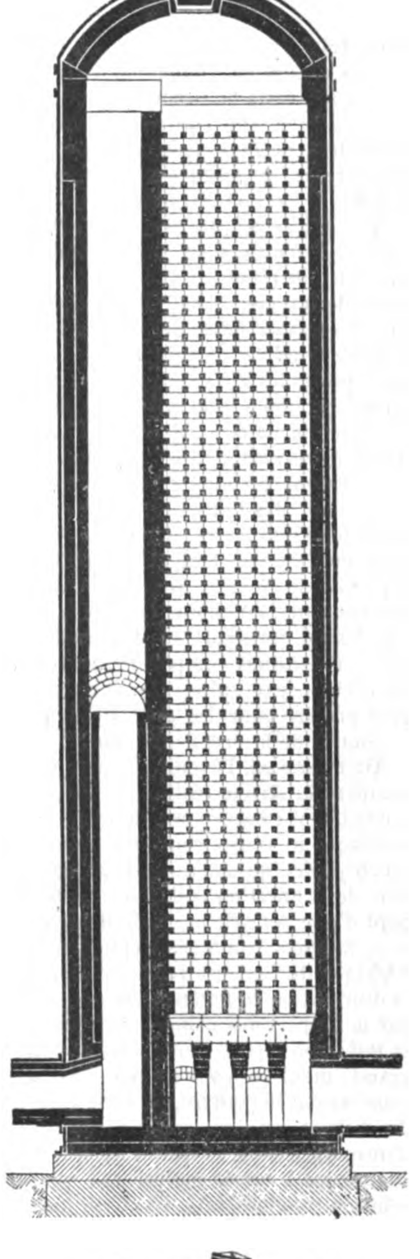
MÉTALLURGIE

BRIQUES ROBERTS POUR LES EMPILAGES DES APPAREILS à air chaud.

Les appareils employés actuellement pour le chauffage de l'air insufflé dans les hauts fourneaux sont établis sur le principe de récupération dont W. Siemens a su tirer un si merveilleux parti. Ils peuvent se ramener tous à deux types représentés par les noms de leurs créateurs, Whitwell et Cowper. Ce dernier est généralement préféré depuis quelques années parce qu'à égalité de dimensions, il offre une surface de chauffe supérieure et en même temps parce que les gaz et l'air y éprouvent une moindre perte de pression ; aussi M. Jung, en exposant, il y a quelques mois, devant l'Association des Ingénieurs allemands, l'état actuel de la fabrication de la fonte dans l'est de la France, en Lorraine, dans le Luxembourg et dans la Sarre, a-t-il pu faire remarquer que les appareils Cowper étaient seuls employés [1].

Il en est de même dans un grand nombre de centres métallurgiques et notamment aux États-Unis.

Les modifications apportées au type Cowper primitif, qui remonte à 1860, ont porté principalement sur la disposition de la chambre de combustion, qui, d'abord de forme circulaire, occupait la partie centrale de l'appareil; on la rapprocha ensuite de la paroi où elle devint tangente à la circonférence intérieure. Ailleurs on lui donna une section elliptique, ou annulaire; ailleurs, enfin, on lui consacra un segment du cercle intérieur, comme dans le type que nous représentons dans la coupe verticale et les demi-coupes horizontales (fig. 1 et 2), qui se rapportent à des appareils récemment construits dans les États de l'Ohio et du Michigan, et que nous trouvons dans l'*Iron Age* du 9 janvier 1896.



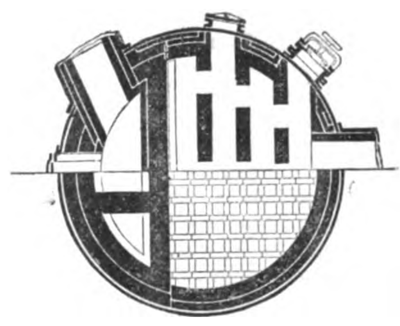


FIG. 1 et 2. — Appareil Cowper modifié. Coupe verticale et demi-coupes horizontales.

Les appareils Cowper diffèrent également par la forme des éléments employés pour monter les empilages. Le plus souvent on a utilisé les briques de formes communes dites anglaises, que l'on a partout sous la main et avec lesquelles on obtenait des carneaux de section carrée; quelquefois cependant, pour assurer un ramonage plus complet et plus facile, on a donné la préférence aux carneaux hexagonaux ou circulaires, ce qui nécessitait la fabrication de briques spéciales de formes un peu compliquées et coûteuses. L'appareil en question est monté avec des briques particulières imaginées par M. Roberts, dont les figures 3 et 4 feront comprendre facilement la disposition: elles semblent devoir assurer aux carneaux une grande régularité de dimensions et à tout l'ensemble une grande solidité.

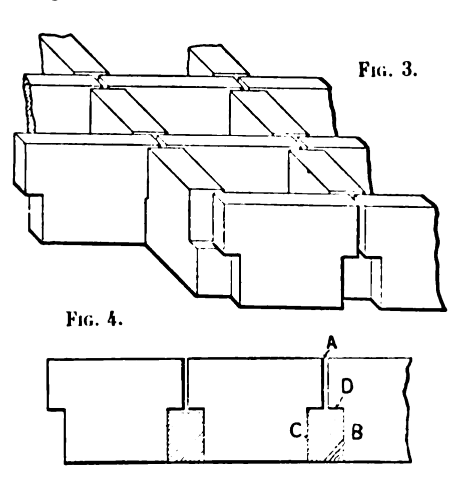


FIG. 3 et 4. — Disposition des empilages au moyen des briques Roberts.

On remarquera les jeux conservés aux points A et D; ils ont pour effet d'assurer le contact parfait aux parties C et B, et d'empêcher l'éclatement des angles rentrants sous le poids des briques accumulées. On donne généralement à ces briques, de formes simples et faciles à obtenir par conséquent, une épaisseur de 0m 076 et une hauteur de 0m 228; leur longueur est telle que le carneau de section carrée ait 0m 228 de côté.

Dans ces conditions on dispose des surfaces de chauffe suivantes :

Diamètre de la chauffe.	Hauteur de la chauffe.	Surface de chauffe.
mètres	mètres	mètres carrés
4,88	21,30	1.570
5,50	21,30	2.080
6,40	24,30	3.470

F. VALTON,
Ingénieur civil des Mines.

(1) Cette conférence intéressante a été traduite par M. S. JORDAN, professeur du cours de métallurgie à l'École Centrale des Arts et Manufactures, et publiée dans la *Revue Universelle des Mines* (t. XXXII, 3e série, p. 179).

MINES

LA PRODUCTION DE L'OR EN 1896

On sait avec quelle lenteur sont généralement publiées, par les gouvernements, les statistiques se rapportant à la production minérale des différents pays; les chiffres qu'elles contiennent — d'une importance toujours considérable pour les commerçants et les industriels, comme aussi pour les hommes du métier — ne sont souvent livrés à la publicité que dix-huit mois ou deux ans après la clôture d'un exercice, et ce n'est que bien rarement que l'on peut se les procurer au bout d'un an. Aussi ne saurait-on trop louer M. R. P. Rothwell, directeur de l'*Engineering and Mining Journal* de New-York, qui, poursuivant la tâche qu'il s'est imposée il y a sept ou huit ans, publie, dès le commencement de chaque année, les chiffres très complets et très suffisamment exacts de la production minérale aux États-Unis pendant l'exercice précédent. Ses correspondants dans les États de l'Union, les Compagnies minières et métallurgiques américaines et, depuis quelques années, les agents des travaux de statistique des diverses contrées du monde, lui fournissent, en temps utile, les documents qui lui sont nécessaires pour établir ses tables et les tenir à jour. C'est ainsi que, dans son numéro du 2 janvier 1897, l'*Engineering and Mining* a pu mettre sous les yeux de ses lecteurs un tableau complet du mouvement de l'industrie minière et métallurgique de la grande république américaine pendant l'année 1896.

L'impression générale qu'on en retire c'est que, malgré la crise due à l'agitation causée par les élections présidentielles et l'incertitude, pour les affaires, de l'issue de la lutte monétaire engagée, les États-Unis ont maintenu, en tant que valeur des minerais et minéraux extraits, la production de l'année précédente. La valeur marchande des 76 produits figurant dans le tableau de M. Rothwell s'élevait, en effet, à *678 millions de dollars* en 1895 et elle est encore,

en 1896, de *653 millions et demi*. Cette légère différence est due à une baisse de prix et non à une diminution dans l'intensité du travail, puisque, pour ne parler que des minerais et métaux les plus importants, l'augmentation a été, pour le cuivre produit, de plus de 30 000 tonnes, pour le plomb, de 20 860 tonnes, tandis que le fer accuse une diminution de 677 000 tonnes, soit de 7 %, et le zinc de 4 770 tonnes. Quant au combustible minéral, le charbon bitumineux est en gain de 4 371 750 tonnes, tandis que l'anthracite perd 6 782 000 tonnes.

Pour l'or, dont nous voulons exclusivement nous occuper ici, le journal américain donne, non seulement les chiffres des États-Unis, mais encore ceux du monde entier.

D'après les renseignements fort détaillés qu'il nous fournit — et que nous nous bornerons à résumer ici d'une façon succincte, en y ajoutant seulement quelques renseignements que nous avons pu nous procurer d'autre part, — voici qu'elles auraient été les productions des deux exercices, 1895 et 1896 :

PRODUCTION APPROXIMATIVE DE L'OR DANS LE MONDE (1).

PAYS	1895			1896		
	Onces pures	Kilogr.	Valeur en francs	Onces pures	Kilogr.	Valeur en francs
EUROPE :						
Allemagne	114 037	3 547	11 785 720	115 741	3 600	11 961 830
Autriche-Hongrie	88 500	2 753	9 146 500	88 500	2 753	9 146 500
France	11 640	362	1 203 000	11 640	362	1 203 000
Grande-Bretagne	6 600	205	682 110	6 000	18C	620 100
Italie	9 002	280	930 355	9 002	280	930 355
Norvège	500	16	51 675	500	16	51 675
Empire Russe	1 537 584	47 825	154 909 255	1 528 742	47 530	157 995 485
Suède	30 225	940	3 123 750	30 225	940	3 123 750
Turquie	392	12	40 000	392	12	40 000
ASIE :						
Chine	225 000	6 998	23 253 750	250 000	7 776	25 837 500
Corée	10 000	311	1 033 500	10 000	311	1 033 500
Indes Anglaises	218 185	6 786	22 599 470	290 400	9 033	30 012 840
Japon	21 000	653	2 170 350	25 000	778	2 583 750
Péninsule Malaise	5 000	156	516 750	5 000	156	516 750
AFRIQUE :						
Transvaal	2 080 013	64 697	214 969 345	2 089 251	64 984	215 924 090
Divers	75 000	2 232	7 751 250	100 000	3 110	10 235 000
AMÉRIQUE (Nord) :						
Canada	92 449	2 876	9 554 605	133 043	4 138	18 750 000
États-Unis	2 265 612	70 740	234 151 000	2 757 620	85 773	285 000 000
Mexique	270 924	8 427	28 000 000	338 123	10 516	34 945 000
Républiques centrales	23 222	722	2 400 000	24 127	750	2 493 525
AMÉRIQUE (Sud) :						
Argentine	4 500	140	465 075	4 500	140	465 075
Bolivie	3 144	98	325 000	3 300	103	341 055
Brésil	108 000	3 359	11 161 800	120 000	3 732	12 402 000
Chili	22 550	701	2 331 045	23 000	715	2 377 050
Colombie	154 000	4 890	15 915 900	150 000	4 665	15 502 500
Équateur	3 800	118	392 730	3 800	118	393 730
Guyane Anglaise	104 987	3 265	10 850 405	115 400	3 589	11 926 590
Guyane Hollandaise	28 219	878	2 923 975	27 328	850	2 824 350
Guyane Française	90 280	2 808	9 330 440	90 792	2 824	9 383 355
Pérou	3 650	113	377 225	3 858	120	398 725
Uruguay	6 884	213	708 000	6 884	213	708 000
Venezuela	41 200	1 281	4 258 000	41 200	1 281	4 258 000
AUSTRALIE :						
Australasie	2 070 335	64 395	213 969 120	2 114 142	65 568	218 546 610
Archipel Indien	2 500	78	258 375	4 500	139	463 575
TOTAUX	9 728 934	302 875	1 005 539 475	10 522 010	327 081	1 092 499 265

(1) Les éléments de ce tableau sont tirés de l'*Engineering and Mining*. Les chiffres relatifs à l'année 1895 ne concordent pas tous d'une façon absolue avec ceux de la *Statistique minerale* pour cette même année que vient de faire paraitre, en France, le Ministère des Travaux publics.

Ainsi, pour les quatre pays gros producteurs d'or, on trouve les chiffres suivants pour 1895 :

	Statistique du Ministère.	*Engineering and Mining.*
TRANSVAAL . . . . Kilogr.	70 251	64 697
ÉTATS-UNIS	70 132	70 740
AUSTRALASIE	64 545	64 395
RUSSIE	36 408	47 825

Il y a encore quelques différences en ce qui concerne la production d'autres pays de moindre importance; mais il s'établit finalement une sorte de compensation sur l'ensemble, car les totaux des deux statistiques pour 1895 concordent assez sensiblement : 297 058 kilogr., d'après la statistique du Ministère des Travaux publics, 302 875, d'après celle de l'*Engineering and Mining*.

Sur le total général, la production de l'or a été :

	1896		1897	
Pour l'Europe	de 18,47 % en 1896		et de 17,04	en 1897
— l'Asie	4,92	—	5,36	—
— l'Afrique	22,10	—	20,83	—
— l'Amérique du Nord	27,31	—	30,96	—
— l'Amérique du Sud	5,91	—	5,75	—
— l'Australie	21,28	—	20,09	—

Tous les pays producteurs sont donc en petite augmentation ; mais le grand total dépend surtout des États-Unis, du Transvaal, de l'Australie et de l'Empire Russe, qui, à eux quatre, en fournissent les quatre-vingt-un centièmes, comme il ressort des chiffres suivants qui sont extraits du tableau ci-dessus :

Pays gros producteurs.	Kilogrammes d'or fin. 1895	Kilogrammes d'or fin. 1896	% du total. 1895	% du total. 1896
États-Unis	70 740	85 773	23,36	26,23
Transvaal	64 697	64 984	21,36	19,87
Australasie	64 395	65 568	21,26	20,05
Empire Russe	47 825	47 550	15,79	14,54

En 1896, trois de ces gros producteurs sont, contrairement aux prévisions générales, demeurés stationnaires; il en résulte que l'augmentation dans la production de l'or (7,4 % sur 1895) est bien audessous de ce que l'on croyait pouvoir atteindre, comme conséquence immédiate de l'impulsion donnée aux exploitations aurifères. En d'autres termes, la production a été d'environ 1 100 000 000 de francs, au lieu des 1 300 000 000 de francs dont on parlait.

Aux *États-Unis*, le gain, qui a été de 20 % sur l'année précédente, soit les deux tiers de l'augmentation totale pour 1896, provient des districts nouvellement ouverts de Cripple Creek, dans l'État de Colorado, de Mercur, dans l'Utah, et surtout de la Californie où l'on a repris le travail dans des mines abandonnées, tandis que les progrès réalisés dans la métallurgie et l'exploitation permettaient de traiter avec profit des gîtes réputés trop pauvres il y a quinze ou vingt ans. La production a peu varié dans le Dakota et les États du Sud : elle a augmenté dans le Montana, l'Idaho et l'Alaska, bien que, dans ce dernier territoire, l'amélioration n'ait pas été aussi marquée que le souhaitaient certains spéculateurs. En réalité, on peut dire que les mines d'or des États-Unis doivent leur prospérité et la faveur dont elles jouissent à des conditions locales qui les rendent aujourd'hui beaucoup plus facilement exploitables que les mines d'Afrique, d'Australie ou de Russie : une main-d'œuvre de plus en plus abondante et, somme toute, de moins en moins coûteuse, des moyens commodes et rapides de transport et d'approvisionnements, un état-major nombreux d'hommes compétents, tout concourt à un abaissement du prix de revient, par suite, à une extension du champ de travail, et l'on peut prédire pour les prochaines années une nouvelle augmentation constante de la production d'or.

Au *Transvaal*, l'avenir est relativement moins encourageant si on compare la stricte réalité aux prédictions enthousiastes que l'on entendait il y a encore peu de mois. Pour l'année passée, la production a ressenti le contre-coup des événements de janvier 1896, et ce n'est qu'en juillet qu'elle a repris sa marche normale, ascendante. En dehors de la question politique, l'industrie minière a eu à souffrir d'abord d'une pénurie de main-d'œuvre, puis du manque d'eau, et ces trois facteurs combinés expliquent pourquoi la production d'or de l'Afrique du Sud est restée stationnaire. Ce qui est plus grave, c'est la diminution de teneur moyenne que l'on note dans le minerai broyé par la plupart des usines, sauf quelques-unes des meilleures, comme la Robinson ; ceci tient, sans aucun doute, à ce que les nouveaux grands moulins, pour ne pas s'arrêter, doivent traiter le tout-venant, sans rejeter le pauvre, et il est clair que, pour utiliser tous les pilons du district, on sera contraint de broyer du minerai à basse teneur et d'introduire dans le travail la plus stricte économie. D'autre part, on commence à savoir maintenant que, sur les 65 kilomètres où affleurent les conglomérats, 15 ou 16 tout au plus renferment des concessions rénumératrices, tandis que, sur les 50 autres kilomètres, sauf par places, les gîtes contiennent trop peu d'or pour que leur exploitation soit profitable. Enfin, les dépenses exigées par le fonçage des puits nécessaires pour l'exploitation des « Deep levels », l'immobilisation d'un fort capital pendant deux ou trois ans, amènent à penser que l'on avait trop escompté l'avenir de ces entreprises. Sans doute la production actuelle se maintiendra, mais en présence de toutes les difficultés énumérées, il est à supposer qu'elle n'augmentera pas d'une façon considérable, tant, du moins, que les conditions économiques ne se seront pas améliorées.

Les colonies d'*Australasie*, de même que le Transvaal, semblent avoir teint un maximum. Dans la *Nouvelle-Galles du Sud*, la production a diminué, ce qui parait dû à l'épuisement des placers déjà connus, sans que l'on en ait trouvé d'autres. En *Nouvelle-Zélande*, tandis que certaines mines s'épuisaient, les efforts se dirigeaient surtout vers l'exploration et la mise en valeur de propriétés nouvelles en vue de leur exploitation future. Le *Queensland* et l'*Australie méridionale* sont à peu près stationnaires, tandis que la *Tasmanie* accuse une augmentation notable, que l'on croit devoir se maintenir. Dans la colonie de



Victoria, les vieilles mines continuent de donner plus du tiers de la production totale australasienne, et les travaux de recherches, poursuivis dans les montagnes, sont encourageants. Quant à l'*Australie occidentale*, quoique la production de 1896 y soit en avance de 13 % sur celle de 1895, cette augmentation ne nous semble pas en rapport avec les capitaux engagés dans les mines ni avec les espérances que l'on avait conçues : la richesse extraordinaire de certaines « poches » de Coolgardie et de Murchison a été promptement épuisée, l'eau manque toujours, et, bien que la voie ferrée atteigne maintenant Coolgardie, il faudra plusieurs mois avant que l'on puisse travailler en grand.

Le tableau suivant donne la production de l'Australasie en onces d'or fin :

	1895	1896
Nouvelle-Galles du Sud	315 144	280 394
Nouvelle-Zélande	264 142	274 540
Queensland	513 975	515 618
Australie méridionale	43 792	42 550
Tasmanie	48 918	54 085
Victoria	695 681	735 095
Australie occidentale	188 683	211 900
TOTAUX	2 070 335	2 114 142

Sans doute, l'Australasie produira encore pendant longtemps de fortes quantités d'or, mais il y a peu de probabilités que l'on ait un accroissement considérable ou subit. On découvrira et l'on mettra en exploitation de nouveaux gisements qui viendront prendre la place de mines épuisées, mais il est à présumer que les variations annuelles dans la production n'auront pas grande importance.

L'Empire russe vient quatrième sur la liste des grands producteurs du monde et premier parmi les pays d'Europe. Comme toujours, depuis plus de trente ans, c'est de la Sibérie Orientale que proviennent plus de 50 % de la production totale, et les mines de quartz de l'Oural ne donnent encore qu'une part insignifiante de l'ensemble. C'est également dans la Sibérie, à l'est du lac Baikal, qu'il faut s'attendre à voir la production de l'or augmenter d'une façon considérable et cela, sans doute, dans un avenir rapproché. Déjà les prospecteurs et les chercheurs ont atteint, dans leur incessante marche vers l'est, les rives de l'Océan Pacifique, où les placers du bas Amour et de ses affluents ne se sont pas montrés moins riches que les célèbres gisements de l'Olekma et du Vitim. Par la force même des choses, les Russes et les Sibériens devaient revenir en arrière, reprendre les sables considérés autrefois comme trop pauvres, s'enfoncer dans l'intérieur, loin des fleuves et des routes de poste; mais, l'impulsion donnée partout aux exploitations aurifères ne peut qu'accélérer cette tendance. De puissantes Compagnies, soutenues par des capitaux considérables, sont, ou formées déjà, ou en voie de formation; des Ingénieurs français et américains parcourent le pays, étudient les procédés de travail et les modifications à leur apporter; les services de navigation sur les fleuves s'améliorent et sont de plus en plus importants; le grand chemin de fer sibérien est poussé rapidement en avant. Aussi peut-on prévoir que, dans quelques années, les placers seront exploités à meilleur compte et d'une façon plus complète, tandis que les gîtes primitifs eux-mêmes seront découverts et travaillés par les méthodes consacrées dans les autres pays producteurs. De plus, les traités récents ont pour ainsi dire annexé la Mandchourie et, si l'on en croit le dire des prospecteurs, il y aurait, dans cette partie de la Chine, des richesses en or considérables.

Après la Russie, bien que le fait ne laisse pas de surprendre, l'*Allemagne* tient la deuxième place en Europe. L'or n'y est pourtant qu'un bas produit de la métallurgie et la production, d'après des statistiques officielles, a été :

1890. . .	2 281 kilogr.	1893. . .	2 551 kilogr.
1891. . .	2 432 —	1894. . .	3 204 —
1892. . .	2 553 —	1895. . .	3 547 —

Les mines de *Hongrie* sont connues depuis la plus haute antiquité et elles ont produit dans ces dernières années :

1885. . .	1 719 kilogr.	1890. . .	2 131 kilogr.
1886. . .	1 788 —	1891. . .	2 183 —
1887. . .	1 862 —	1892. . .	2 246 —
1888. . .	1 806 —	1893. . .	2 499 —
1889. . .	2 215 —	1894. . .	2 708 —

Ces chiffres comportent la même réserve que ceux donnés par la plupart des organes officiels, beaucoup d'orpailleurs ne faisant aucune déclaration de ce qu'ils recueillent.

La *Suède* retire l'or, soit de placers peu importants, soit comme bas produit de la métallurgie du cuivre.

La *France* vient ensuite, la cinquième des nations européennes pour la production de l'or. Ce métal est, comme en Allemagne, un bas produit de la métallurgie du plomb, de l'étain ou du cuivre. Il existe, pourtant, à notre connaissance, quelques placers dans les Alpes et dans le Gard, et en Auvergne il serait possible d'obtenir une plus grande production d'or.

Parmi les autres nations européennes, nous citerons l'*Italie* qui exploite des placers dans le Piémont et dans les Alpes. L'*Angleterre* en retire de ses mines du pays de Galles et possède aussi des régions aurifères en Écosse.

Quant à la *Turquie*, il ne serait pas impossible qu'elle ne vienne, à un certain moment, tenir une place plus importante parmi les pays aurifères de l'Europe.

En *Asie* les deux principaux pays de production sont l'Inde Anglaise et la Chine. Pour la Chine, les chiffres fournis sont toujours plus ou moins entourés de mystère et on ne peut que les calculer approximativement par une comparaison des livres d'entrée et de sortie aux douanes. Aux *Indes*, le district aurifère de Mysore, où quatre grosses compagnies ont d'importantes usines, continue à être la source de la production de l'or. Dans la Haute-Birmanie, ouverte récemment, la mine de Chongpazot a donné 805 onces d'or résultant du broyage de 2 670 tonnes en 10 mois.

On prétend que l'île de *Formose*, cédée dernièrement par la Chine au Japon, contient des gîtes importants.

La production du *Canada* est en augmentation, et, devant les résultats obtenus l'année dernière dans la Colombie Britannique, il faut s'attendre à voir cette production s'accroître, surtout si l'on attaque l'exploitation des immenses placers tertiaires du district de Cariboo, assez mal connus jusqu'à présent.

Le *Mexique* est en gain sensible.

Dans l'*Amérique Centrale*, la production est sans grande importance, mais on dit que le *Nicaragua* et *Costa-Rica* méritent d'attirer l'attention des chercheurs.

Enfin, dans l'*Amérique du Sud*, l'année 1896 n'a été marquée par aucune grande découverte, La Colombie, l'Équateur et le Venezuela, qui, il y a 3 ou 400 ans, formaient un fort appoint dans la production totale du monde, ne sont point en gain considérable sur 1895 : ces pays attendent des capitaux et des travailleurs.

Au *Brésil* on constate une légère amélioration.

Pas de changements dans la *République Argentine*, à part quelques prospections dans la Terre de Feu.

Il en est de même au *Chili* et au *Pérou*, tandis qu'on annonce la présence de vastes alluvions, en *Bolivie*, sur le versant oriental des Andes.

En somme, la production pour 1896, tout en dépassant celle de l'année précédente, n'a pas atteint les chiffres que l'on supposait.

Pour l'avenir, on peut prévoir une augmentation modérée, qui proviendra surtout de l'Amérique du Nord (États-Unis et Colombie Britannique), et un fort accroissement, du chef de la Russie, lorsque ce pays aura appris à tirer parti de ses immenses richesses.

R. DE BATZ.

INFORMATIONS

Recherche d'un défaut dans une armature.

On sait que le défaut d'isolement le plus difficile à reconnaître dans l'armature est celui qui existe au contact du bâti. M. Brousse publie dans l'*Electrical Review* une méthode, qui permet de déterminer la bobine défectueuse, sans rompre les connexions, ce qu'on fait généralement. On procède comme il suit (fig. 1) :

Une batterie d'accumulateurs produit un courant qui traverse l'armature, l'un des balais est relié à la borne d'un galvanomètre d'Arsonval, dont on modifie la sensibilité, au moyen d'une boîte de résistances; l'autre borne du galvanomètre est en communication avec le bâti et le circuit dérivé est fermé à travers le défaut et les spires de l'armature.

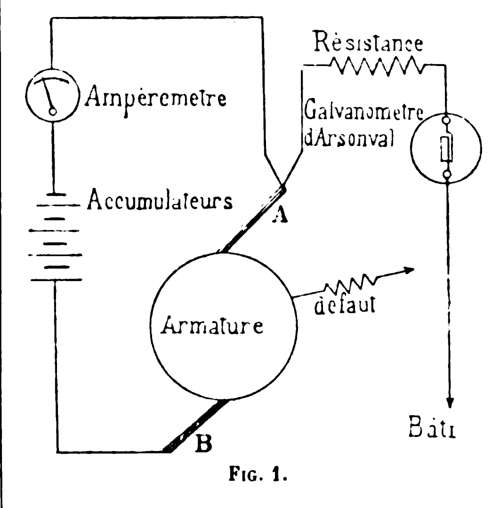


FIG. 1.

Si, maintenant, on fait tourner l'armature à la main, en notant les déviations pour différentes positions, à un moment donné, on constatera un minimum, on aura alors sous le balai A un des segments du collecteur, auquel est soudée la bobine défectueuse ; on voit, en effet que, lorsque le défaut est venu en A, la résistance du circuit dérivé est maximum et que son intensité doit, au contraire, passer par un minimum; la déviation maximum aurait lieu pour le passage au point B.

Si la déviation avec le bâti était au collecteur lui-même, la dévia-

tion serait zéro, car le circuit dérivé serait alors fermé sur lui-même. Mais si le défaut est dans l'une des deux bobines aboutissant au segment, il y aura une faible déviation; on notera les déviations pour les deux segments à droite et à gauche de celui considéré, et les deux segments qui donneront les résultats les plus faibles, indiqueront la bobine défectueuse.

Par ce procédé, on peut également mesurer le degré d'isolement d'une bobine, et cela sans toucher aux connexions.

Soient, en effet, R résistance du circuit dérivé sans défaut, R_1 résistance du défaut, D_1 dérivation à travers le défaut, D dérivation pour galvanomètre relié aux balais. On aura :

$$(R_1 + R) D_1 = RD \qquad \text{ou} \qquad R_1 = \frac{R \times D}{D_1} - R$$

Épurateur d'huile de graissage.

L'épurateur dont nous donnons ci-dessous la description repose sur un principe tout différent de la filtration dont on fait généralement usage, depuis longtemps, dans les appareils similaires.

Dans ces appareils on oblige les huiles à épurer à traverser une substance filtrante : déchets de coton, feutre, etc. Mais l'inconvénient qui en résulte est que la matière filtrante retient non seulement les impuretés mais encore la paraffine qui donne à l'huile du corps et de la viscosité, de telle sorte que le produit obtenu n'est pas, à proprement parler, de l'huile épurée mais une huile raréfiée et légère dont on ne peut attendre de bons services. Dans l'appareil représenté figure 1, que nous décrivons d'après le *Street Railway Journal*, on n'emploie comme agents d'épuration que l'eau et la chaleur, sans l'intervention d'aucune matière filtrante. L'épuration se fait automatiquement et par des moyens mécaniques et elle n'exige, par conséquent, aucune surveillance. A la partie inférieure de l'appareil se trouve un robinet I communiquant avec le tuyau de vidange. Les robinets 4 et 5 permettent d'envoyer un courant de vapeur d'échappement, au moyen duquel on réchauffe convenablement l'eau contenue dans le purificateur, qu'elle remplit jusqu'au tiers de sa hauteur. Il est avantageux de se servir d'eau distillée, provenant de la condensation; on doit la maintenir simplement tiède, à une température de 50° environ. Une chaleur trop élevée épaissirait l'huile et la détériorerait. C'est dans la chambre supérieure de l'appareil qu'est versée l'huile à épurer; elle descend, par son poids, dans un tuyau vertical placé au centre, et se mêle à l'eau à la partie inférieure. Par l'influence du courant de vapeur, l'huile se divise en globules très petits, s'élève à la surface de l'eau en passant par les trous percés dans la cloche renversée et arrive dans le réservoir d'huile purifiée. Pendant ce passage à travers la couche d'eau, l'huile se lave et les impuretés tombent au fond de l'appareil; celles qui, ayant même densité qu'elle, pourraient être entraînées sont retenues par un tamis de gaze à l'extrémité supérieure et autour de la cloche renversée.

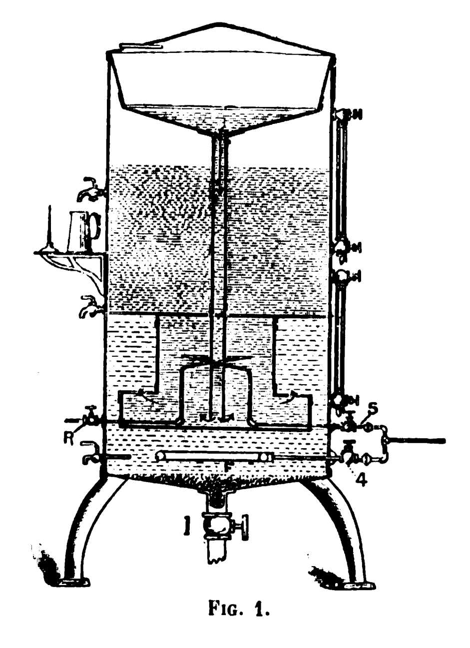


Fig. 1.

Le nettoyage de cet appareil est très facile. On recueille d'abord l'huile épurée, puis l'eau, et enfin l'huile non épurée de la chambre supérieure. En faisant arriver par le robinet 4 un jet de vapeur dans le tuyau perforé F il agite les dépôts et impuretés qui se trouvent à la partie inférieure du réservoir, et lorsqu'ils sont en suspension on ouvre le robinet I par lequel ils s'écoulent. Si on veut se contenter d'un nettoyage partiel, fsans retirer l'huile, il suffit, après avoir fait passer par le tuyau peroré F un léger filet de vapeur, d'ouvrir légèrement le robinet I, en versant en même temps de l'eau par A pour remplacer celle qui s'écoule par la vidange. Généralement le nettoyage se fait toutes les six semaines; avec des huiles très impures, cependant, il faut le faire deux fois plus souvent.

Solution graphique pour la division d'un arc de cercle en un nombre quelconque de parties égales.

Nous avons décrit, récemment [1], un appareil permettant d'obtenir tous les points de division d'un arc de cercle en un nombre quelconque de parties égales; un de nos abonnés, M. E. Peraux, de Nancy, nous signale un procédé graphique qui donne, dans tous les cas, une solution suffisamment approchée du problème, sans être obligé de recourir à aucun appareil spécial. Nous nous bornerons à donner la description de ce procédé, sans entrer dans les calculs théoriques relatifs à la démonstration de son degré d'exactitude.

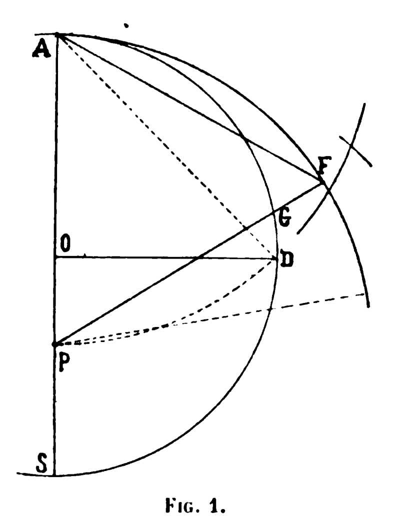


Fig. 1.

Soit une circonférence donnée ASD; avec un rayon égal à AD qui sous-tend le quart de la circonférence, on décrit un arc de cercle qui coupe au point P le diamètre AS. Du point P comme centre, avec un rayon égal à AD, on décrit un arc auxiliaire AFT tangent en A à la circonférence donnée. Si du centre P, on mène à sa circonférence AT un rayon PF coupant en G l'arc AD, on détermine sur AT un arc AF dont la corde sera sensiblement égale à l'arc AG indiqué par le rayon PF; inversement, tout rayon mené de P sur l'arc AFT, déterminera sur la circonférence ADS un arc qui aura pour longueur la corde correspondante AF sur la circonférence auxiliaire AFT. Mais cette relation n'est qu'approximative et décroît rapidement à partir de D vers S. Le point où l'approximation atteint son maximum se trouve entre 77°45′ et 77°46′ compté à partir de A. Lorsque l'arc AF de la circonférence est égal à son rayon, l'arc AG, de même longueur que la corde AF aurait pour valeur exacte 77°41′39″27... et ne diffère de cette valeur que de 0,0000021 ou $^{19}/_{100}$ de seconde.

Cette méthode permet donc de remplacer la division d'un arc de cercle en un nombre quelconque de parties égales par celle d'une droite dont la longueur est approximativement égale à celle de l'arc.

Inauguration de la rue Réaumur.

L'inauguration de la nouvelle rue Réaumur, dont le *Génie Civil* a décrit tout récemment les travaux de percement [1], a eu lieu dimanche 7 février, en présence du Président de la République, qui était accompagné de M. Barthou, ministre de l'Intérieur, du général Tournier et des officiers de la maison militaire. Des discours ont été prononcés par M. Baudin, président du Conseil municipal et par M. de Selves, préfet de la Seine. Le cortège officiel a parcouru ensuite la nouvelle rue pour se rendre de la mairie du IIe arrondissement à celle du IIIe arrondissement.

Varia.

Deuxième Exposition de moteurs et de machines-outils à Munich en 1898. — L'Association générale industrielle de Munich organise, à l'occasion de son cinquantenaire, et avec le concours de l'Association polytechnique de cette ville, sa deuxième Exposition internationale de moteurs et de machines-outils. Cette Exposition sera ouverte du 11 juin jusqu'au 10 octobre 1898. Elle a pour but de mettre sous les yeux des visiteurs les diverses machines utilisées dans la petite et la moyenne industrie.

L'Administration admettra à l'Exposition, non seulement des moteurs, des machines-outils et tous appareils auxiliaires, mais encore elle y fera représenter des ateliers en pleine activité. Des conférences publiques sur la science professionnelle et une exposition des productions littéraires de l'art industriel compléteront le programme.

***

Distinctions honorifiques. — Parmi les promotions et nominations qui viennent d'être faites dans l'ordre de la Légion d'honneur, nous relevons les suivantes :

Au grade d'officier :

MM. Cunisset-Carnot, Procureur général près la Cour d'appel de Dijon;
Lethier, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Directeur des Chemins de fer au Ministère des Travaux publics.

Au grade de chevalier :

MM. De Boischevalier (Eugène), Ingénieur des Arts et Manufactures, Vice-Président du Conseil d'administration de la Compagnie des chemins de fer de l'Est;
Dengleœm, Président de la Société industrielle de Saint-Quentin;
Dubreucq, Ingénieur des Ponts et Chaussées;
Fournes, Ingénieur à la Compagnie des chemins de fer du Midi;
Herbert, Président de la Chambre de Commerce de Dunkerque;
Kéromnès, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur à la Compagnie du chemin de fer du Nord;
De Lespinats (Chebrou), administrateur délégué de la Société métallurgique de Champigneulles et Neuves-Maisons;
Lindet, Professeur à l'Institut Agronomique, Président de l'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie;
Loreau, Ingénieur des Arts et Manufactures, Fabricant de boutons à Briare, Régent de la Banque de France;
Termier, Ingénieur des Mines, Professeur à l'École des Mines.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 1, p. 14.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XXX, n° 12, p. 177.



SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 1er février 1897.

Analyse financière. — *Sur les lois de l'intérêt.* Note de M. Enrico de Montel, présentée par M. E. Rouché.

Électricité. — 1° *Généralisation de formules d'électromagnétisme.* Note de M. Vaschy.

2° *Sur la conductibilité moléculaire des sels en dissolution étendue.* Note de M. P. Joubin, présentée par M. Mascart.

Physique appliquée. — *De la radiophotographie des parties molles de l'homme et des animaux.* Note de MM. Remy et Contremoulin, présentée par M. Marey.

A l'aide de préparations chimiques sur des cadavres d'homme et de grenouille, les expérimentateurs ont pu mettre les muscles, les ligaments et les tendons dans un état tel qu'ils ont donné des images radiophotographiques.

Pour arriver à ces résultats, les auteurs de la note ont cherché et obtenu un précipité de chromate d'argent à la surface et dans l'épaisseur des tissus.

Stéréochimie. — *Isomérie de structure et pouvoir rotatoire.* Note de MM. Ph.-A. Guye et J. Guerchgorine, présentée par M. Friedel.

Chimie analytique. — *Séparation de la glycérine dans les vins par entraînement au moyen de la vapeur d'eau.* Note de MM. F. Bordas et Sig. de Raczkowski, présentée par M. Schützenberger.

Chimie appliquée. — *Contribution à l'étude de l'action du zinc sur les vins rouges.* Note de M. L.-A. Levat.

Le zinc dénature les vins rouges et les rend toxiques; ce métal doit donc être sévèrement proscrit de la substance des robinets pour tonneaux, foudres, cuves et bacs vinaires.

Navigation. — *Sur les effets du filage de l'huile.* Note de M. Baretge.

M. Baretge, commandant du paquebot *Aréthuse*, faisant route sur Singapore, fut surpris, le 6 décembre 1896, au départ de Poulo-Condore, par un violent coup de vent. Obligé de fuir devant le temps, et la mer étant complètement démontée, il eut recours au filage de l'huile.

« A cet effet, dit M. Baretge, j'ai fait remplir d'étoupe les cuvettes des lieux de l'avant et celles de l'arrière et j'ai fait verser de l'huile par-dessus. Le résultat attendu n'a pas été long à se faire sentir. Les grosses lames qui arrivaient furieuses sur notre arrière, se trouvaient, par l'effet de l'huile, divisées en trois parties. Le navire était soulevé par une grosse houle et les grandes crêtes qui surmontaient les lames passaient à quelques mètres, à tribord et à bâbord du navire, dépassant de beaucoup la hauteur de la lisse. Le navire se trouvait dans un sillon formé par les grosses lames qui l'escortaient, tribord et bâbord, sans s'en approcher : le résultat obtenu était parfait. Avec une très grande attention à gouverner, je n'avais plus rien à craindre.

» J'ai dû fuir à la lame jusqu'au lendemain matin. La nuit, très obscure, ne me permettait pas de voir arriver les grosses lames; j'étais prévenu de leur approche et de leur direction par la brise qui augmentait de force. Le 7 décembre, à 7 heures du matin, la mer étant un peu tombée, j'ai fait route au sud 11° est. La mer s'est encore trouvée paralysée par l'huile; les lames étaient brisées à 3 ou 4 mètres du bord et frappaient sans force contre le flanc du navire.

» Malgré cette garantie, j'ai jugé prudent de faire route au sud, de manière que la traînée d'huile pût se faire sentir de plus loin et briser, par conséquent, la lame à une plus grande distance, résultat que j'ai encore obtenu.

» J'ai continué la même route jusqu'à minuit. A partir de ce moment, la mer tombe, quoique la brise soit toujours très forte. Je m'estime à l'abri des Anambas. Je cesse le filage de l'huile. La dépense a été d'environ 5 kilogr. par heure.

» D'après les résultats obtenus, il faut, pour que l'huile produise son effet, que la vitesse du navire soit bien en rapport avec l'état de la mer. Dans le cas actuel, ma vitesse n'a pas été supérieure à 8 nœuds. Étant en fuite, j'ai essayé d'augmenter la vitesse; j'étais alors envahi par la mer. J'ai également essayé étant grand largue; il m'était impossible de continuer ma route sans m'exposer à de grosses avaries. J'en conclus que la vitesse à 8 nœuds était bien en rapport avec l'état du temps, et qu'à cette allure, l'huile a produit son plus grand effet. »

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

ÉLECTRICITÉ

Les progrès de l'électricité en 1896. — L'*Éclairage électrique* dans ses nos des 2, 9 et 16 janvier 1897 contient une revue des progrès de l'électricité en 1896. Le premier article, sous la signature de M. Raveau, passe en revue les découvertes faites en électricité pure et signale les nombreuses et curieuses applications des rayons de Rœntgen, ainsi que les innombrables dissertations qui se sont produites sur leur nature et conditions dans lesquelles se manifestent leurs effets. Le second article, sous la signature de M. Pellissier, traite des applications de l'électricité et fait remarquer que deux surtout ont retenu l'attention des industriels : la traction électrique et la fabrication du carbure de calcium. L'auteur rappelle les applications les plus récentes de la traction électrique et fait remarquer que les deux faits les plus saillants de la dernière période ont été les tentatives faites en vue d'adopter les systèmes actuels aux services des grandes villes et les applications les plus nombreuses des locomotives électriques. Enfin, dans le troisième article, M. A. Hesse signale diverses études intéressantes et les plus récentes applications de l'électricité en chimie et en mécanique.

Stations centrales d'électricité. — L'*Industrie électrique* du 25 janvier 1897 contient une statistique complète des stations centrales de distribution d'énergie électrique établies en France au 1er janvier 1897. Ces tableaux indiquent, pour chaque station, les noms des concessionnaires ou exploitants, la date de l'établissement, la nature et la puissance des moteurs, les systèmes de dynamos, de distribution et de courants, etc.

Pompes électriques. — Le même numéro de l'*Industrie électrique* renferme une courte description des pompes à moteurs électriques installées par la maison Siemens et Halske, de Berlin. L'une de ces installations a été faite dans la mine Ashio, au Japon, où une pompe est actionnée par un moteur électrique de 75 chevaux alimenté par une dynamo qui est elle-même actionnée par une roue Pelton.

HYGIÈNE

Les eaux d'alimentation de la banlieue de Paris. — Sous ce titre, M. le docteur E. Vallin décrit, dans la *Revue d'Hygiène* du 20 janvier 1897, les travaux entrepris par la Compagnie générale des eaux de Paris pour l'alimentation de la banlieue en eau filtrée, travaux qui ont, d'ailleurs, été déjà décrits dans le numéro du *Génie Civil* du 21 mars 1896. Après avoir signalé les avantages que les habitants de la banlieue trouvent dans la substitution de l'eau filtrée et purifiée par le procédé Anderson, le docteur Vallin fait cependant remarquer que la réduction du nombre de microbes n'a pas été aussi grande que celle qui avait été promise, mais il espère que les défaillances constatées ne sont qu'accidentelles et pourront disparaître lorsque la marche du service sera plus régulière. Quant à la diminution de la matière organique, elle ne serait que de 20 à 30 %. Le point faible du système résiderait, d'ailleurs, d'après le docteur Vallin, dans la température relativement élevée à laquelle l'eau est livrée, pendant l'été, aux conduites de distribution. Cette température est, en effet, très sensiblement celle de l'eau de Seine et atteint, par suite, en été, 16 à 18° et peut-être même plus, tandis que l'eau de la Vanne, par exemple, reste à 11 ou 12°. Dans ces conditions, il est à craindre que le gaspillage ne soit considérable, car on fera, sans doute, ainsi que cela ne se pratique que trop souvent à Paris, couler l'eau jusqu'à ce que l'on ait vidé les tuyaux, dans l'espérance de voir arriver enfin de l'eau fraîche.

Travail industriel des femmes et des enfants. — Le même numéro de la *Revue d'Hygiène* contient un intéressant mémoire de M. le docteur H. Napias, inspecteur général de l'Assistance publique, sur « les dispositions légales prises dans les différents pays de l'Europe au point de vue de l'hygiène des enfants et des femmes travaillant dans l'industrie (âge d'admission, durée du travail) ». En terminant, l'auteur fait remarquer que l'hygiène n'est pas une science intransigeante qui veut partout formuler des règles étroites et se montrer plus gênante que protectrice; elle ne doit appeler la loi à son aide que lorsque l'intérêt supérieur de la collectivité exige que des intérêts privés disparaissent devant lui.

Incidemment, M. Napias nous apprend que la fameuse question des *Trois Huit* n'est pas aussi nouvelle qu'elle paraît et qu'Alfred le Grand, roi des Saxons en 841, avait l'habitude de donner huit heures au travail de la couronne et huit heures aux exercices récréatifs. Cette division de la journée en trois parties égales se retrouve alors dans la mesure de l'heure et les chandelles qui mesuraient le temps par leur combustion brûlaient un pouce par vingt minutes, soit trois pouces par heure.

Comment prend-on le paludisme? — M. le docteur Laveran, médecin de 1re classe, membre de l'Académie de médecine, répond à cette question dans la *Revue d'Hygiène* de décembre 1896. L'auteur estime que, contrairement à ce que l'on croyait encore récemment, l'infection palustre ne se fait ni par l'eau, ni par l'air, et incline à croire que ce sont les moustiques qui sont le véhicule des maladies paludéennes.

La *Revue scientifique* du 22 janvier 1897 reproduit cette thèse qui s'accrédite de plus en plus et qui est soutenue par divers savants très autorisés. D'après cette dernière revue, d'autres insectes doivent être considérés comme des agents de contagion, notamment les punaises.

De l'action de l'arrosage sur la teneur en germes des poussières des rues. — Dans les *Annales de la Micrographie*, d'octobre 1896, M. le docteur Wittlin critique l'arrosage des rues tel qu'il se pratique à Paris. L'auteur, qui a étudié cette question à l'Institut bactériologique du professeur Tavel, à Berne, démontre que l'arrosage des rues augmente le nombre des bactéries et s'oppose à l'action bactéricide des rayons solaires. Il propose, sinon de recueillir la poussière et de la brûler dans des fours spéciaux, ainsi que cela se pratique en Angleterre et en Amérique, du moins de la balayer doucement à sec des deux côtés des rues et de la précipiter ensuite dans les bouches d'égout. Malheureusement ce balayage à sec ne peut guère se faire sans que le vent ne transporte les parties les plus ténues de ces poussières, qui deviennent alors une cause d'infection.

MÉTALLURGIE

État actuel des théories de la trempe de l'acier. — Depuis une dizaine d'années, la théorie de la trempe a été l'objet de nombreuses recherches mais, par suite même de cette multiplicité, il a été difficile aux personnes qui n'y ont pas pris une part active, de suivre et de bien comprendre ces divers travaux. Dans un intéressant article publié dans la *Revue générale des Mines*, du 15 janvier 1897, M. H. Le Chatelier, Ingénieur en chef et professeur à l'École des Mines, signale les études qui ont le plus contribué à faire avancer cette question et le point où elle se trouve actuellement.

Recalage des roues sur leurs essieux. — Il existe déjà plusieurs procédés pour recaler sur leurs essieux des roues de wagon qui se sont décalées pendant le service, mais ces procédés ne donnent généralement qu'une inégale répartition de la pression de calage sur les pourtours de la portée et du moyeu. M. du Bousquet, Ingénieur en chef du matériel et de la traction aux chemins de fer du Nord, décrit, dans la *Revue générale des Chemins de fer*, de novembre 1896, un nouveau procédé qu'il emploie avec succès depuis deux ans et qui paraît très avantageux. L'auteur a eu l'idée de rattraper d'une manière uniforme le serrage perdu par l'emploi de bagues en fer interposées entre les deux pièces à recaler l'une sur l'autre. Le moyeu et la portée de calage sont préalablement rafraîchis par un léger alésage, puis la bague en acier doux est placée sur l'essieu qui est emmanché dans le moyeu à l'aide d'une puissante presse hydraulique. Le prix de revient de l'opération n'est que de 25 francs par roue. Le même procédé s'applique également au recalage des manivelles et contre-manivelles.

PHYSIQUE ET CHIMIE INDUSTRIELLES

Préparation du manganèse et du silicium pour four électrique. — M. H. Moissan décrit, dans les *Annales de Chimie et de Physique* (7e série, t. IX, p. 286), un procédé pour la fabrication du manganèse au four électrique. Les expériences signalées par M. Moissan n'ont que le caractère d'une préparation de cours, mais l'éminent chimiste pense que la réaction employée est facilement applicable à la préparation du manganèse métallique et il estime que l'on pourrait obtenir, par cette méthode, du manganèse exempt de carbone et de silicium.

Dans la même publication (page 300), M. Moissan décrit également un procédé de fabrication du silicium au four électrique.

Explosions de chaudières. — Le long d'une rivure, la ligne théorique de moindre résistance passe par les trous des rivets. Cependant, à la suite de plusieurs accidents où des bouilleurs de chaudières se sont ouverts le long de leurs rivures longitudinales, on a constaté que la déchirure, dans sa partie initiale et caractéristique, avait affecté l'une des tôles non suivant cette ligne, mais suivant une ligne parallèle, entre les trous de rivets et la ligne d'appui du matage de l'autre tôle.

Dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, de septembre 1896, M. Walckenaer, Ingénieur des Mines, indique les causes de ces explosions qui résident soit dans la mauvaise qualité des tôles employées, soit dans un matage défectueux tendant la tôle contre laquelle il est effectué et déterminant la formation de fissures dans cette tôle, entre les trous des rivets et la ligne d'appui du matage.

Graissage des coussinets de machine. — Le *Portefeuille économique des machines* de décembre 1896, contient une analyse détaillée d'une communication faite, par M. J. Dewrance, à la Société des Ingénieurs civils de Londres, sur des expériences effectuées en vue de déterminer la résistance due au frottement des arbres de machines dans leurs coussinets, sous des charges et dans des conditions variables. D'après ces expériences, la composition du métal dont sont formés les coussinets, n'a pas d'influence sur la charge que peuvent supporter ces coussinets sans échauffement. Toutefois, la ténacité est un élément de bon fonctionnement et on doit employer pour la fabrication des coussinets, des alliages dont la résistance à la compression est très supérieure à celle qui pourra se produire dans la pratique. L'auteur fait ressortir les avantages d'un graissage continu et conseille d'introduire l'huile dans le coussinet au point où celui-ci supporte la plus faible pression. Il est d'avis que les pattes d'araignées sont nuisibles au point de vue du graissage et n'ont d'autre effet que de servir de réceptacle aux particules métalliques quand les surfaces sont entamées. Elles doivent être disposées suivant une génératrice et ne jamais s'étendre sur une longueur supérieure aux trois quarts de celle du tourillon.

Distillateur pour machines marines. — Les appareils ordinairement désignés, dans la marine française, sous le nom de *bouilleurs* sont en réalité des *distillateurs* servant à faire de l'eau douce pour réparer les pertes dues aux fuites, etc., se produisant dans les machines. L'eau de mer chauffée dégage des vapeurs n'entraînant aucuns sels et qui sont envoyées soit directement, dans une boîte à tiroir, soit au condenseur, soit dans un réfrigérant. Ces bouilleurs sont, d'ailleurs, de divers systèmes.

Le *Portefeuille économique des machines*, de décembre 1896, donne une description avec planche, d'un bouilleur système Oriolle produisant 6 000 litres d'eau douce par vingt-quatre heures.

Les irrigations de vinasses. — Les résidus de la distillation des betteraves, connus sous le nom de vinasses, contiennent, d'après l'analyse chimique, 56 grammes d'azote, 128 grammes de potasse et 130 grammes d'acide phosphorique par hectolitre. La moitié de ces matières est soluble dans l'eau et cependant la plupart des distilleries perdent entièrement la valeur fertilisante de ces résidus en déversant les vinasses dans les cours d'eau, en dépit des lois qui s'y opposent. Dans la *Distillerie française* du 21 janvier 1897, M. Léon Hanicotte signale des essais d'irrigation faits avec ces vinasses et qui ont donné d'excellents résultats malgré la nature peu favorable du terrain employé qui a nécessité un drainage préalable assez coûteux.

Fabrication des chlorates. — Sous le titre de « Perfectionnements apportés à la fabrication des chlorates, ainsi qu'aux moyens et appareils employés à cet effet », M. James Hargreaves décrit, dans le *Moniteur scientifique* de janvier 1897, une invention qui a trait à la production des chlorates en soumettant des matières brutes, telles que la soude, qui peut être à l'état de carbonate, le chlorure de potassium, etc., à l'action du chlore, de manière que les sels les plus solubles se dissolvent, tandis que ceux moins solubles restent tels quels. Les procédés de M. Hargreaves sont, d'ailleurs, également décrits dans un brevet pris à Paris à la date du 2 juin 1896.

Appareils pour l'examen microscopique des corps opaques. — Dans la *Revue générale des Sciences* du 30 décembre 1896 M. Charpy, docteur ès sciences, décrit les appareils les plus récents employés dans l'examen des corps opaques, en particulier dans l'étude micrographique des métaux. Ces appareils demandent des dispositions spéciales pour éclairer les surfaces examinées.

L'industrie des schistes bitumineux. — La *Revue industrielle* du 9 janvier 1897, après avoir fait remarquer l'importance des gisements de schiste en France, et en particulier dans le Centre, donne la description des procédés employés pour la fabrication de l'huile de schiste, ainsi que les dispositions à employer pour utiliser cette huile pour l'enrichissement des gaz pauvres. L'auteur estime qu'il serait d'un grand intérêt de développer, en France, la consommation des huiles de schiste, soit en les employant, comme en Russie, pour le chauffage des chaudières, soit en créant des usines qui fabriqueraient un gaz mixte d'éclairage et de chauffage.

DIVERS

Science pure et science appliquée. — Dans un très intéressant article paru dans la *Revue scientifique* du 9 janvier, M. Ch. Lauth déplore le faible développement des industries chimiques en France, et particulièrement de l'industrie des matières colorantes tirées du goudron de houille. Après avoir fait remarquer que la production de ces matières, qui était de 50 millions de francs en Allemagne en 1878, avait atteint dans ce pays 90 millions en 1896, tandis que, pendant la même période, la production correspondante ne s'était élevée, en France, que de 5 à 10 millions de francs, M. Lauth recherche la cause des progrès réalisés en Allemagne et de la déchéance de notre pays qui fut naguère à la tête de l'industrie dont il s'agit. Il la trouve dans l'excellente organisation de l'enseignement supérieur en Allemagne et dans les défectuosités que présente cet enseignement en France. D'une part, le nombre des chimistes est insuffisant dans ce dernier pays et, d'autre part, la direction de leurs études ne les met pas à même de rendre à l'industrie les services que les jeunes savants étrangers lui rendent si largement. Tandis que les savants allemands s'intéressent passionnément aux choses de l'industrie et sont en relations suivies avec les chefs des grandes usines, les savants français, au contraire, ont, en général, leur esprit tourné vers les recherches théoriques, et l'idéal dans lequel ils s'absorbent le plus souvent, les détourne de la vue des applications que leurs découvertes pourraient amener. C'est cette différence qui existe entre la *direction d'esprit* des savants des deux pays qui est l'une des principales causes des différences qui se manifestent dans le développement des industries de ces pays. Cependant, parmi les plus illustres des chimistes français, plusieurs n'ont pas dédaigné de faire breveter leurs découvertes susceptibles d'applications, et le savant le plus éminent de notre époque, le regretté Pasteur, a lui-même illustré son nom par des travaux d'un caractère essentiellement pratique. M. Lauth ne craint pas de dire que le savant qui, par sa tournure d'esprit est plus particulièrement porté vers les applications de la science, rend des services aussi importants que celui qui entreprend des recherches de chimie pure et que, lui aussi, élève le niveau de l'intelligence et augmente le domaine de l'humanité. Il semble, d'ailleurs, que, tout récemment, les savants français aient compris ce que l'industrie réclame d'eux, et dans le discours d'ouverture du dernier Congrès international de chimie appliquée, M. Berthelot a eu soin de dire que « la théorie et la pratique se rattachent l'une à l'autre par des liens indissolubles. »

Ouvrages récemment parus.

Théorie des équations algébriques, par Julius Petersen, Professeur à l'Université de Copenhague. Traduction par H. Laurent. — Un volume in-8° de 350 pages, avec figures. — Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1897. — Prix : **10** francs.

L'édition française de la *Théorie des équations algébriques* de M. Petersen contient les matières développées dans la plupart des traités d'algèbre supérieure; mais elle comprend, en outre, une théorie des équations résolubles au moyen d'équations du second degré avec la condition nécessaire et suffisante pour qu'un problème de géométrie puisse être résolu au moyen de la règle et du compas. L'ouvrage contient aussi une théorie entièrement nouvelle des formes binaires, due à M. Petersen, et qui n'a encore paru dans aucun traité classique.

Dans les trois premières parties, les candidats aux Écoles Polytechnique et Normale trouveront le développement des matières exigées aux examens d'admission, avec de nombreuses applications, la démonstration de théorèmes utiles pour la délimitation et la séparation des racines, plusieurs méthodes d'élimination, de curieuses méthodes d'approximation, peu connues en France, et cependant fort intéressantes.

La deuxième partie, qui traite de la solution algébrique des équations, contient la théorie des équations abéliennes. Un chapitre spécial est consacré à l'équation du cinquième degré, où l'impossibilité de la résolution de cette équation se trouve établie par des moyens élémentaires.

La troisième partie est consacrée à la résolution numérique des équations. L'auteur y étudie la séparation et le calcul des racines des équations numériques.

La quatrième et la cinquième partie contiennent : 1° la théorie des substitutions de lettres et des équations algébriques avec l'exposé des recherches d'Abel et de Galois ; 2° la théorie des formes.

Ce qui rend surtout remarquable l'ouvrage de M. Petersen, c'est la simplicité et la clarté de l'exposition. Pour le lire avec fruit, il suffit de connaître les parties les plus élémentaires des mathématiques, avec quelques notions de calcul différentiel.

Le Pain et la Panification, *chimie et technologie de la boulangerie et de la meunerie*, par L. Boutroux, professeur de chimie à la Faculté des sciences de Besançon. — 1 volume in-16 de 358 pages, avec 57 figures (*Encyclopédie de chimie industrielle*). — J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris, 1897. — Prix : cartonné, 5 francs.

Cet ouvrage s'adresse à la fois aux industriels qui s'occupent de la fabrication du pain au point de vue pratique, et aux chimistes qui s'intéressent plutôt aux problèmes scientifiques soulevés par cette fabrication. Aux premiers, il expose les principes qui leur permettront de se rendre compte des raisons de toutes les opérations usitées, et peut-être leur suggéreront des perfectionnements. Aux seconds, il expose les données pratiques des questions et les expériences qui ont été faites en vue d'arriver aux solutions.

Dans la première partie, l'auteur étudie la farine : composition du grain de blé, opérations de la mouture et comparaison des divers procédés de broyage, composition de la farine du blé et des autres céréales.

La seconde partie, qui est la plus importante, est consacrée à la transformation de la farine en pain. Après une étude théorique de la fermentation panaire, toutes les opérations pratiques de la panification usuelle sont décrites succinctement, et expliquées scientifiquement. M. Boutroux passe ensuite en revue les divers procédés de panification employés en France ou à l'étranger. Puis il indique la composition chimique du pain et les opérations par lesquelles le chimiste peut en apprécier la qualité ou y déceler les fraudes. Enfin, se plaçant au point de vue de l'hygiène, il étudie la valeur nutritive du pain en général et des diverses sortes de pain.

Le Génie Civil publie une analyse de tous les ouvrages techniques dont on lui fait parvenir deux exemplaires.

Le Gérant : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 16. **N° 767.** Samedi 20 Février 1897.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Constructions civiles** : Abattoir général de la rive gauche, à Paris, p. 241. — **Électricité** : Transmission de la puissance motrice à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer *(suite)*, p. 245; G. Dumont et G. Baignères. — **Hydraulique** : Irrigations et transmission électrique de Korachieh (domaines de l'État Égyptien) *(planche XVI)*, p. 247; H. de La Valette. — **Physique industrielle** : Étude comparative sur les procédés de cuisson de la chaux, p. 248. — **Automobiles** : Comparaison entre les divers moyens d'obtenir la force motrice nécessaire à la propulsion des automobiles, p. 251; Marcel Deprez. — **Informations** : Fixation des fils d'armature au collecteur des dynamos, p. 254. — L'or dans l'État d'Orange, p. 254. — Transmission à vitesses variables, système Osgood, p. 254. — Varia, p. 254.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils, séance du 5 février 1897, p. 255. — Académie des Sciences, séance du 8 février 1897, p. 255.

Bibliographie. — Revue des principales publications techniques, p. 255. — Ouvrages récemment parus, p. 256.

Planche XVI : Irrigations et transmission électrique de Korachieh (domaines de l'État Égyptien).

CONSTRUCTIONS CIVILES

ABATTOIR GÉNÉRAL DE LA RIVE GAUCHE
A Paris.

Origine du projet. — Les inconvénients et les dangers que présente, au point de vue de la salubrité et de la sécurité publique, l'abatage des animaux dans l'intérieur des villes, au seuil même de l'étal du boucher, ont été reconnus depuis fort longtemps. Autrefois chaque boucher avait sa *tuerie* particulière, ce qui était une cause permanente d'accidents dus au passage des animaux, et constituait des foyers d'infection pour les alentours, par suite de la rapide putréfaction des liquides organiques et des déchets de viande. Aussi, dès le milieu du xvie siècle, un règlement de Charles IX avait-il ordonné « de mettre les tueries et écorcheries de bêtes hors des villes et près de l'eau ». Cette ordonnance fut, d'ailleurs, loin d'être observée, malgré les efforts des prévôts des marchands et des échevins, qui tentèrent vainement, aux xviie et xviiie siècles, de faire établir des tueries communes aux extrémités des faubourgs. La résistance des bouchers ne fut vaincue que par le décret du 9 février 1810 ordonnant la création de cinq abattoirs dans les faubourgs de Paris, trois sur la rive gauche et deux sur la rive droite. A ces deux derniers, vinrent, un peu plus tard, s'en ajouter quelques autres, puis tous les abattoirs de la rive droite furent supprimés et remplacés par l'abattoir général de la Villette.

Cet établissement, construit sur les plans de M. Janvier, architecte, a été livré au commerce en 1867 ; il est situé près de l'enceinte fortifiée de la ville, sur la ligne du chemin de fer de Ceinture et sur les canaux de l'Ourcq et de Saint-Denis. La création de cet abattoir général présentait de nombreux avantages sur lesquels nous ne pouvons nous étendre ici ; nous ferons seulement remarquer que l'établissement d'une gare spéciale le mettant en communication, par le chemin de fer de Ceinture, avec tous les réseaux, a permis de supprimer les trajets à pied qu'il fallait autrefois imposer au bétail pour l'amener jusqu'à l'abattoir. Cette marche pénible pouvait présenter des dangers pour les habitants des rues dans lesquelles elle s'effectuait, et, de plus, en enfiévrant les animaux, elle devait nuire à la qualité de leur viande. Toutefois, si les installations de la Villette suppriment ces inconvénients, la concentration de la production de la viande sur un même point a pour effet d'imposer à celle-ci des trajets assez longs pour se rendre dans les divers quartiers de la Ville, de sorte que le chemin que l'on épargne aux animaux vivants doit être effectué par les voitures qui transportent leurs dépouilles chez les bouchers, char-

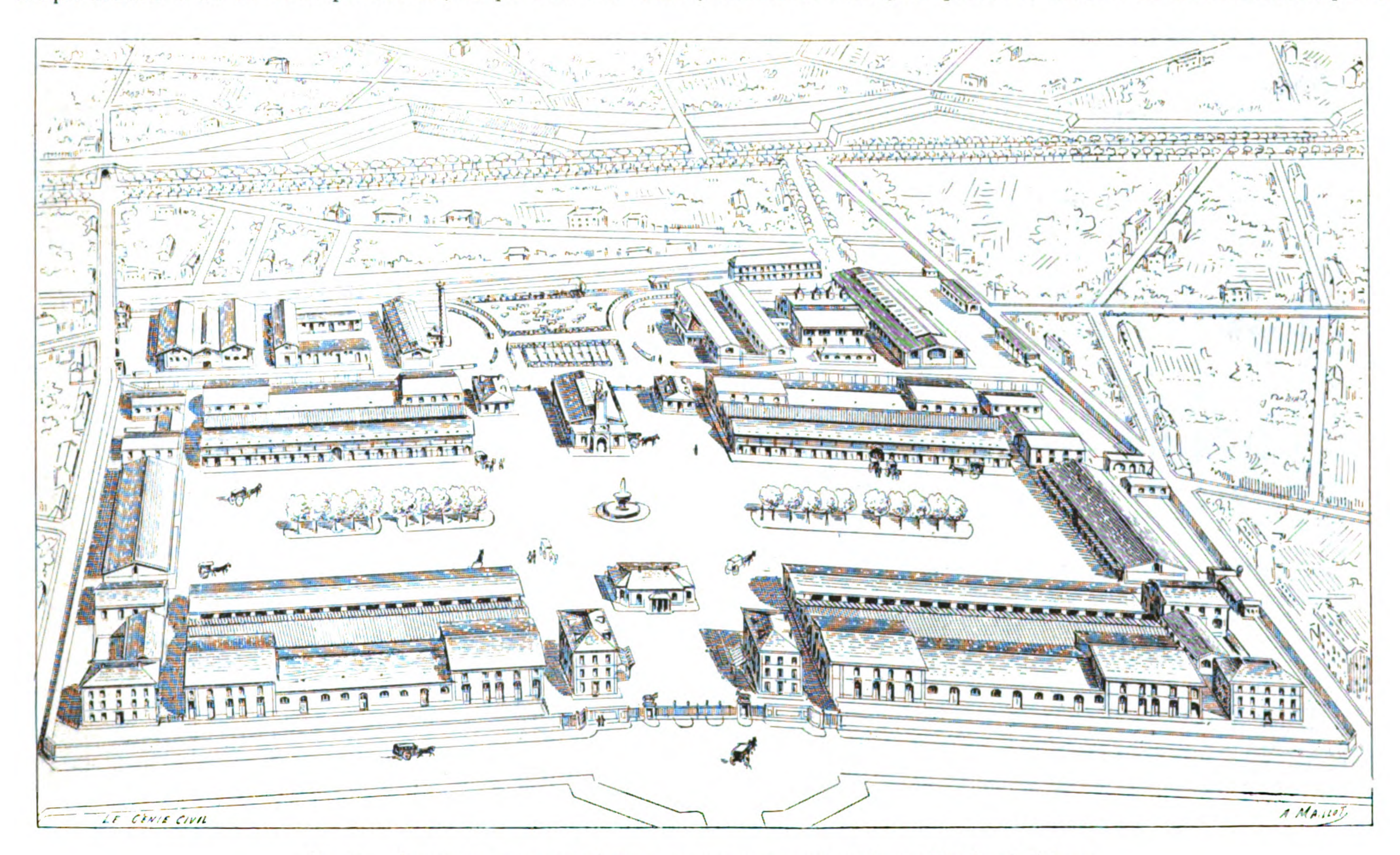


Fig. 1. — Le nouvel abattoir général de la rive gauche, a Paris : Vue à vol d'oiseau.

cutiers, etc. L'abattoir de la Villette se trouvant à l'extrémité nord-est de Paris, il en résulte qu'il est très éloigné des quartiers sud et ouest de la ville, c'est-à-dire de la partie située sur la rive gauche de la Seine et de celle formant le XVI[e] arrondissement (Passy). Le transport de la viande sur des parcours qui peuvent ainsi atteindre plus de 10 kilomètres, présente, surtout en été, de graves inconvénients; aussi, quoique dans la pensée de son constructeur, l'abattoir de la Villette eût été établi en vue de suffire à tous les besoins, les anciens abattoirs de la rive gauche ont continué à subsister.

Comme leur mode d'installation et leur emplacement laissaient cependant beaucoup à désirer, le Conseil municipal, dans sa séance du 14 février 1887, vota la création d'un abattoir unique sur la rive gauche, destiné à remplacer ceux de Villejuif, de Grenelle et des Fourneaux. Dans une autre séance, celle du 29 juillet 1887, le Conseil municipal décida que cet abattoir serait élevé sur un terrain situé quartier Saint-Lambert, dans le XV[e] arrondissement, et limité par la rue des Morillons, les rues de Dantzig et Brancion et le chemin de fer de Ceinture. M. Ernest Moreau, architecte honoraire de la Ville de Paris, fut désigné pour dresser le projet définitif de cet établissement et c'est sous sa direction qu'a eu lieu l'exécution des travaux que nous allons décrire.

Importance du nouvel abattoir. — Pour établir le projet du nouvel abattoir général, il fallait d'abord se rendre compte du nombre d'abatages qui pourraient y être effectués. A cet effet, M. Moreau a recherché quel était le nombre total des abatages effectués annuellement dant l'abattoir général de la Villette et dans les trois abattoirs de la rive gauche; il a trouvé que la consommation à Paris était de 348 999 bœufs, 226 207 veaux, 1 751 073 moutons et 225 980 porcs. Considérant ensuite que la population de la rive gauche de Paris est le quart de la population totale, il a admis que la quantité d'animaux à abattre pour la consommation de cette partie de la ville devra être également

Échelle

LE GÉNIE CIVIL

Rue des Morillons

Rue de Dantzig

Abattoir pour les Chevaux

Abattoir pour les Porcs

Abattoir pour la Boucherie

FIG. 2. — LE NOUVEL ABATTOIR GÉNÉRAL DE LA RIVE GAUCHE, A PARIS : Plan général.

Abattoirs de la boucherie et de la charcuterie, avec entrée sur la rue des Morillons.

A, entrée principale;
BB, octroi, syndicat de la boucherie, concierge, logements;
C, service d'inspection et de police;
D, logements d'employés;
EE, échaudoirs;
FF, cours de travail;
GG, bouveries et bergeries avec greniers;
HH, cours d'étables;
II, grande cour;
J, vente à la criée;
K, quai du chemin de fer et place de débarquement des bestiaux;
L, voies spéciales du chemin de fer;
M, parcs de comptage;
N, échaudoir des animaux insalubres; vétérinaire;
O, octroi;
P, coche;
Q, Dépôt des fumiers;
R, triperie;
S, réservoir;
TT, porcheries;
U, brûloir;
V, pendoir et dégraissoirs;
X, entrée spéciale de l'abattoir à porcs;
Y, postes des pompiers et de la garde républicaine;
W, boyaudiers;
Z, greniers des porcheries;
a, concierge de l'abattoir à porcs;
b, octroi de l'abattoir à porcs;
cc, vestiaires;
d, entrée des bestiaux amenés à pied ou en voiture;
e, W.-C. et urinoirs;
f, escaliers des greniers à fourrage;
g, bassins de lavage de la triperie;
h, passages couverts;
i, terrains disponibles;
j, fourrière;
k, service du nettoiement.

Abattoir pour les chevaux, avec entrée par la rue Brancion

1, entrée principale;
2, octroi;
3, concierge;
4, service sanitaire;
5, dépôt des viandes saisies;
6, coche;
77, échaudoirs;
8, cour de travail;
9, escalier des vestiaires;
10, écuries;
11, écuries avec greniers;
12, cour des écuries;
13, fosse à fumier;
14, escaliers des greniers;
15, water-closets;
16, porte d'accès à la rampe allant au chemin de fer.



le quart du nombre total d'animaux abattus, c'est-à-dire de 87 250 bœufs, 56 530 veaux, 437 890 moutons et 63 995 porcs.

C'est sur cette donnée qu'on s'est basé pour évaluer l'importance des installations du nouvel abattoir, en prévoyant toutefois la possibilité d'une augmentation sur ces chiffres, car le XVIe arrondissement, étant plus à proximité de cet abattoir que de celui de la Villette, il est probable qu'il abandonnera ce dernier pour aller s'approvisionner dans le premier.

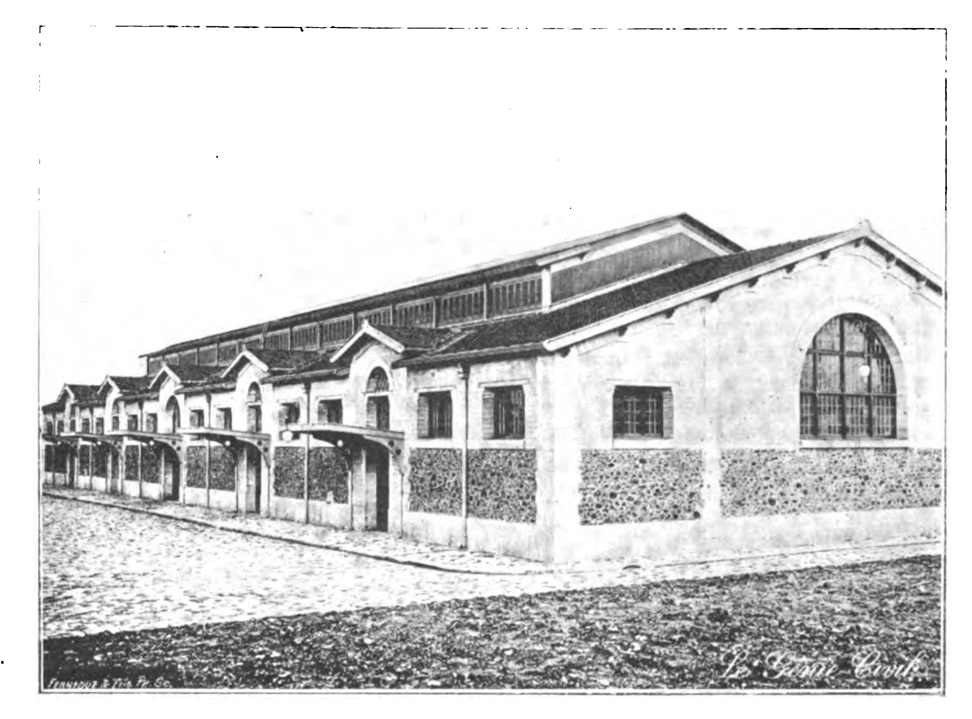


Fig. 3. — Le nouvel abattoir général de la rive gauche, a Paris : Vue extérieure du pendoir à porcs.
(D'après une photographie de M. A.-E. Moreau.)

Dans la rédaction de son projet, M. Moreau s'est préoccupé des réclamations du commerce de la boucherie au sujet des abattoirs existants et qui peuvent se résumer ainsi :

1° Dans les abattoirs actuels, et notamment à la Villette, les *échaudoirs* (lieu où sont dépecés et exposés les animaux abattus) sont placés dans une série de rues; en raison de l'importance de l'établissement, un grand nombre sont très éloignés de l'entrée et leur accès est difficile, tandis que ceux placés sur la place d'entrée sont favorisés aux dépens des autres ;

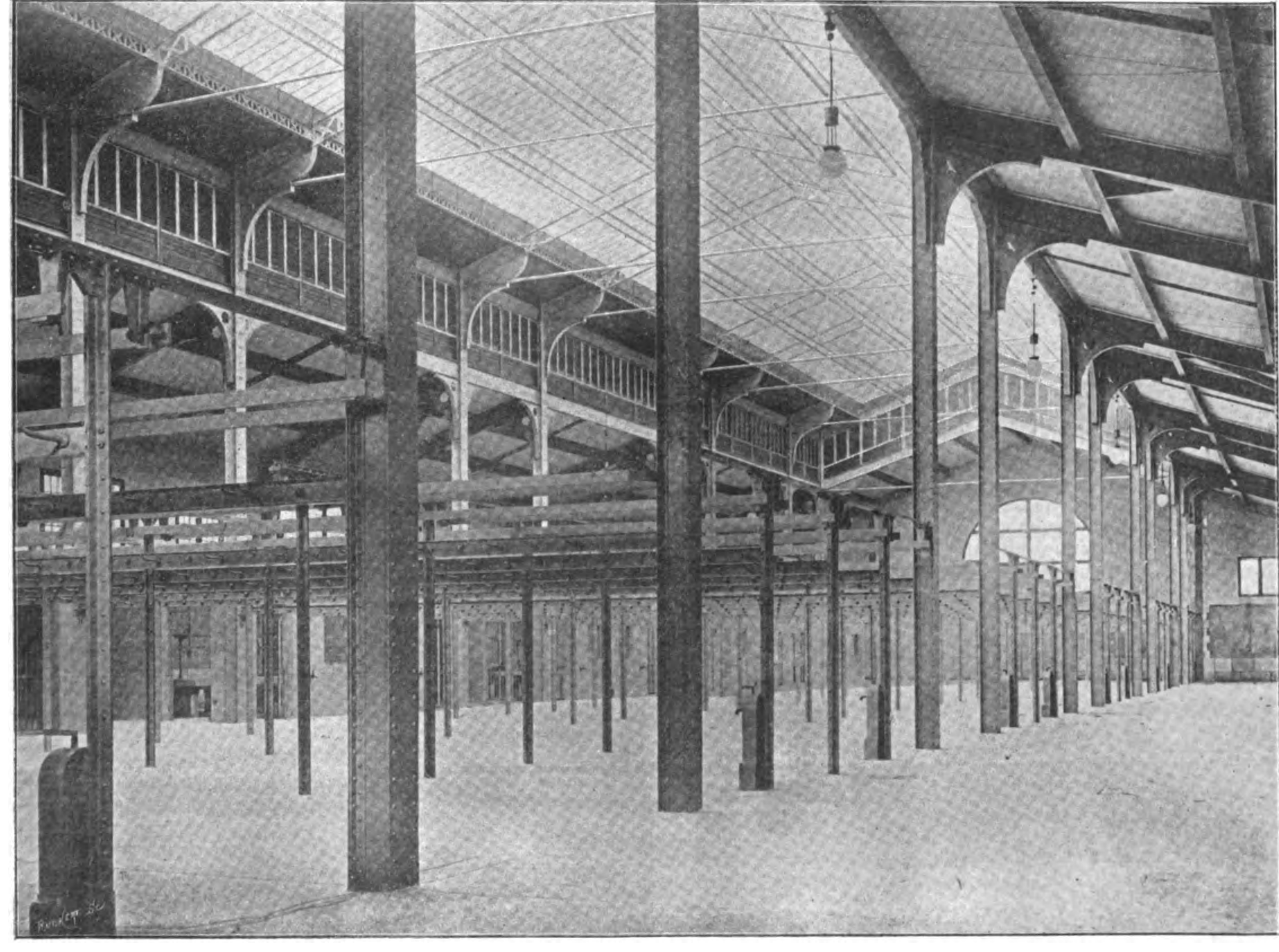


Fig. 4. — Le nouvel abattoir général de la rive gauche, a Paris : Vue intérieure du pendoir à porcs.
(D'après une photographie de M. A.-E. Moreau.)

2° Les échaudoirs sont placés des deux côtés des cours de travail. Ces cours sont trop étroites ; le travail et la circulation y sont difficiles ;

3° Enfin les bouveries et bergeries sont placées dans des bâtiments isolés, séparés des échaudoirs par des rues, ce qui occasionne une grande difficulté pour amener les animaux sur le lieu d'abatage; il s'en échappe souvent et il en résulte assez fréquemment des accidents graves.

Quelques autres critiques de moindre importance ont été faites et il en a été tenu compte dans le projet.

Tout d'abord, en ce qui concerne l'emplacement des échaudoirs, on a cherché à leur donner à tous une situation autant que possible équivalente et, à cet effet, on les a groupés autour d'une grande cour de 290 mètres de long sur 65 mètres de large (fig. 1 et 2). Les échaudoirs seront ainsi tous en vue et d'un accès facile, et l'enlèvement des viandes s'y fera sans encombrement.

Afin de donner aux cours de travail une plus grande surface et plus de facilité pour la circulation, il n'y a qu'une seule rangée d'échaudoirs le long de chaque cour et ces cours ont 9 mètres de large, tandis qu'à la Villette, dont les cours ont seulement 10 mètres de large, il y a une rangée d'échaudoirs de chaque côté.

Pour mettre les bouveries et bergeries à proximité des échaudoirs



et en communication plus directe, la cour des étables est contiguë à la cour de travail et n'en est séparée que par un mur percé de nombreuses portes. Cette cour a 7 mètres de large et les animaux sortant des étables n'ont qu'à la traverser pour être immédiatement rendus sur le lieu d'abatage ; s'ils s'échappent, ce ne peut être que dans cette cour, qui est fermée, de sorte que l'on évitera ainsi les pertes de temps et les accidents occasionnés par les animaux récalcitrants.

Ces dispositions ont, d'ailleurs, été soumises à la Commission de la boucherie, qui les a approuvées entièrement.

Description générale de l'abattoir. — Le nouvel abattoir comprend trois parties distinctes et complètement séparées les unes des autres. Elles n'ont de commun que le débarcadère du chemin de fer de Ceinture par lequel seront amenés les animaux ; leur entrée est située chacune sur une rue différente. Ces trois parties constituent chacune un abattoir complet et spécial ; ce sont :

1° L'abattoir de la boucherie, pour les bœufs, veaux et moutons ;
2° L'abattoir de la charcuterie, pour les porcs ;
3° L'abattoir de la boucherie chevaline, pour les chevaux.

Chacun de ces abattoirs comprend trois catégories d'installations :

a) Les installations industrielles, affectées à l'abatage, au logement et à la nourriture des animaux et aux services annexes de l abatage : triperie, boyauderie, dégraissoirs, etc. ;

b) Les installations administratives, pour les services des perceptions municipales, service sanitaire et des vétérinaires, vente à la criée, octroi, surveillance, nettoiement, police, fourrière, etc. ;

c) Les installations diverses, réservées à des concessionnaires, dans les emplacements disponibles, pour établissements ou industries se rattachant au commerce de la boucherie ou de la charcuterie, telles que les sociétés de crédit ou de recouvrement, location de linge, services de transports, etc.

Pour déterminer l'importance à donner à chacune de ces installations, on a comparé le nombre des animaux abattus dans les abattoirs actuels avec le nombre et la grandeur des locaux affectés à chaque service. On a admis, comme nous l'avons vu plus haut, que pour l'abattoir de la boucherie, l'abatage annuel devait être de 87 250 bœufs, 56 550 veaux et 437 890 moutons. Si l'on remarque, d'autre part, que dans les établissements actuels l'approvisionnement se renouvelle deux fois par semaine, il en résulte que c'est le centième des chiffres ci-dessus qu'il faut prévoir pour le logement des animaux, soit 872 bœufs, 565 veaux et 4 378 moutons. Pour en faire l'abatage dans la proportion journalière où il se fait actuellement, il a été reconnu qu'il suffirait de 80 échaudoirs, mais qu'il y avait lieu d'en prévoir davantage en vue d'une augmentation possible.

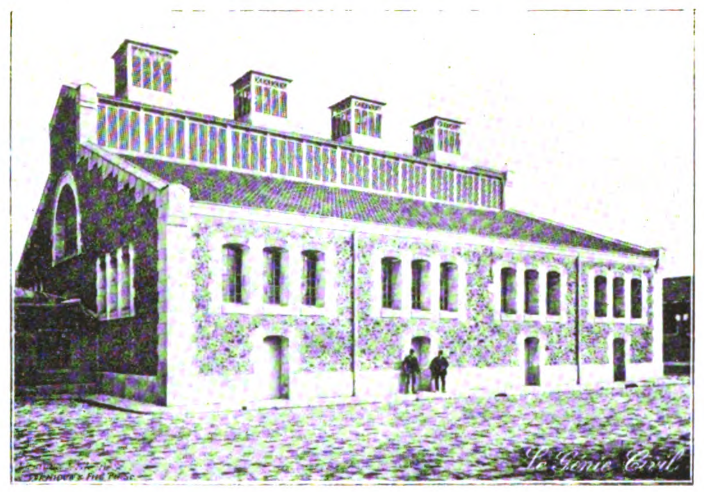


Fig. 5. — Le nouvel abattoir général de la rive gauche, a Paris : Vue extérieure du brûloir à porcs.
(D'après une photographie de M. A.-E. Moreau.)

Pour l'abattoir à porcs, on a établi que les porcheries devraient pouvoir contenir au moins 950 ou 1 000 porcs.

Nous allons voir maintenant comment chaque abattoir spécial a été disposé pour répondre au programme que nous venons d'exposer.

I. *Abattoir de la boucherie.* — Cet abattoir a son entrée rue des Morillons (fig. 1 et 2), par six grandes grilles pour voitures et deux guichets. A droite et à gauche de l'entrée sont deux pavillons B, B' contenant, au rez-de chaussée, la loge du concierge ou surveillant et les services d'octroi et, dans les étages, les syndicats de la boucherie et de la charcuterie, ainsi que des logements d'employés. Entre ces deux pavillons, au fond de la cour d'entrée, se trouve le pavillon C qui contient le service des perceptions municipales, le service sanitaire et des vétérinaires, le poste de police avec ambulance.

Derrière ces pavillons est située une vaste cour autour de laquelle sont placés les groupes de bâtiments (E, F, G, H) au nombre de six, dont quatre comprennent 18 échaudoirs chacun, et deux, 8 échaudoirs chacun, avec cour de travail, cour d'étables et bouveries et bergeries avec greniers à fourrages. Les quatre premiers groupes de bâtiments sont seuls en exécution ; les deux autres ne seront construits que lorsque l'accroissement du commerce de la boucherie en aura démontré l'utilité. Pour ces deux groupes de huit échaudoirs, les bouveries et bergeries ont été prévues, faute d'espace, dans quatre bâtiments isolés, de chaque côté des échaudoirs.

Au fond de la grande cour se trouve le bâtiment de la vente à la criée J, avec sous-sol et campanile portant une horloge à quatre cadrans pour donner l'heure à toutes les parties de l'établissement. A gauche de ce bâtiment, il y en a un autre D destiné à des logements d'employés et, à droite, un bâtiment Y qui contient le poste de la garde républicaine et le poste de pompiers.

Derrière la vente à la criée sont les parcs de comptage ou de triage M, dans lesquels sont amenés les animaux après leur débarquement sur le quai K du chemin de fer dont les voies longent tout l'établissement. Ces parcs sont constitués par des barrières parallèles entre lesquelles devront passer les animaux, qui pourront ainsi facilement être comptés à leur passage dans la partie rétrécie déterminée par les emplacements en losange où seront placés les agents chargés de ce service.

A gauche des parcs de comptage se trouve la triperie R, avec atelier de lavage et cour ou *coche* P pour recevoir les issues provenant de l'abatage. A droite sont les réservoirs S pour approvisionnement d'eau en cas d'arrêt des conduites de la Ville. Tout autour est une cour Q pour dépôt des fumiers des bouveries et bergeries.

Des deux côtés des parcs de comptage se trouvent des rampes pour donner accès à l'abattoir à porcs et à l'abattoir à chevaux, et les mettre en communication directe avec le débarcadère du chemin de fer.


Fig. 6. — Le nouvel abattoir général de la rive gauche, a Paris : Vue intérieure du brûloir à porcs.
(D'après une photographie de M. A.-E. Moreau.)

L'ensemble des trois abattoirs a, en effet, été construit sur un terrain ayant une inclinaison assez forte entre la rue des Morillons et le chemin de fer de ceinture; on a dû exécuter des travaux de terrassement assez importants pour établir, sur une même plate-forme, l'abattoir de la boucherie, tandis que les abattoirs à porcs et à chevaux ont été établis à un niveau notablement plus élevé.

Aux deux extrémités du terrain, du côté de la rue des Morillons, à l'angle des rues de Dantzig et Brancion, sont deux pavillons D'D'', contenant des logements d'employés; aux angles opposés sont deux ateliers de boyaudiers W, W'. Enfin, le long du mur de clôture de la rue de Dantzig, sont : la fourrière J, l'échaudoir des animaux insalubres N et le service de nettoiement K. Les terrains, le long du même mur, qui ne sont pas occupés, sont destinés aux concessionnaires pour industries diverses. Dans plusieurs bâtiments, on a logé huit groupes de cabinets d'aisance et urinoirs.

Les travaux de l'abattoir de la boucherie ont été autorisés par une délibération du Conseil municipal du 12 juillet 1893 et commencés en mai 1894. Le gros œuvre de ces travaux est actuellement terminé et l'abattoir sera sans doute livré au commerce dans le courant de cette année.

II. *Abattoir à porcs.* — Cet abattoir a été mis en service le 20 décembre 1896 par un arrêté préfectoral qui prescrit en même temps la fermeture de l'abattoir des Fourneaux.

Le nouvel abattoir a son entrée sur la rue de Dantzig par deux grilles pour voitures et deux guichets. A droite et à gauche sont les pavillons *a* et *b* (fig. 2) pour le concierge et le service de l'octroi ; à la suite, de chaque côté, sont des bâtiments *c, c, c* contenant les

vestiaires pour les hommes et les femmes, et des water-closets et urinoirs. Au fond de la cour d'entrée est le pendoir V (fig. 2, 3 et 4) avec six ateliers de dégraissoirs. Ce pendoir est garni de chevilles pour recevoir 1 200 porcs.

A la suite de ce bâtiment se trouve un passage contenant quatre ateliers pour les boyaudiers de la charcuterie, et qui donne accès au brûloir U divisé en huit parquets, quatre de chaque côté du passage (fig. 2, 5 et 6). C'est dans ces parquets, qui sont séparés les uns des autres par des cloisons en briques d'environ un mètre de hauteur, que se fait l'abatage des porcs et le brûlage de leurs soies.

A la sortie du brûloir se trouve un passage fermé par des barrières et conduisant aux porcheries T, T' (fig. 2) qui sont au nombre de vingt-sept et peuvent contenir environ 1 800 porcs. Dans la cour de ces porcheries sont deux déchargeoirs, pour faire descendre les animaux des voitures. A gauche du brûloir se trouvent quatre ateliers pour boyaudiers W et, à droite, des water-closets et urinoirs et un coche ou lieu de dépôt des fumiers et immondices. Douze greniers Z contiennent la paille nécessaire au brûlage et à la litière.

L'abattoir à porcs étant à un niveau sensiblement plus élevé que le quai de débarquement du chemin de fer, il a fallu établir des rampes pour le mettre en communication avec ce quai. Une entrée spéciale, prolongée par une avenue établie à cet effet et conduisant au boulevard Lefebvre, servira à donner accès à l'abattoir pour les animaux amenés à pied ou en voiture et qui, en aucun cas, ne devront passer par les voies avoisinantes.

III. *Abattoir à chevaux.* — Le projet adopté comporte un abattoir à chevaux dont l'exécution n'est pas encore décidée. Il serait placé d'une façon à peu près symétrique à celle de l'abattoir à porcs (fig. 1 et 2) et aurait son entrée sur la rue Brancion. Il aurait une rampe d'accès au débarcadère commun du chemin de fer, mais n'aurait aucune autre communication avec l'abattoir de la boucherie. Cet abattoir se composerait :

1° Des pavillons pour concierge (2), service de surveillance (2) et vétérinaires (3) placés à droite et à gauche de l'entrée;

2° D'un groupe de neuf échaudoirs avec cour de travail (7 et 8);

3° Enfin, d'écuries (10 et 11) avec greniers à fourrages et cour d'écurie (12) avec abreuvoirs.

Telles sont les principales dispositions du nouvel abattoir général de la rive gauche. On remarquera que, pour chaque abattoir spécial, les animaux y arrivent par une des extrémités, celle où se trouve la gare du chemin de fer, et que leurs produits en sortent par la face opposée. Dans un prochain article, nous verrons quel a été le genre de construction adopté dans les divers bâtiments dont nous avons donné l'énumération.

(A suivre.) A. D.

ÉLECTRICITÉ

TRANSMISSION DE LA PUISSANCE MOTRICE à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer.

(Suite[1].)

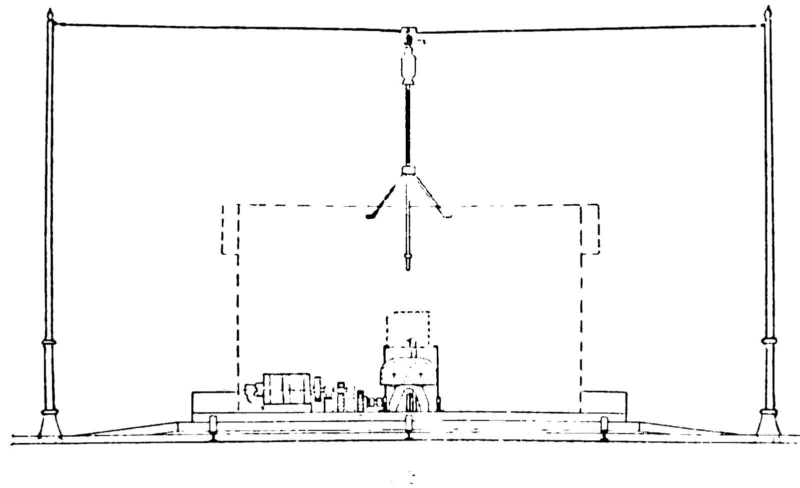
TROISIÈME PARTIE. — **Engins divers de manutention.** — Dans la *première partie* de notre étude, nous avons indiqué sommairement quels étaient les engins électriques en usage courant dans les Compagnies de chemins de fer.

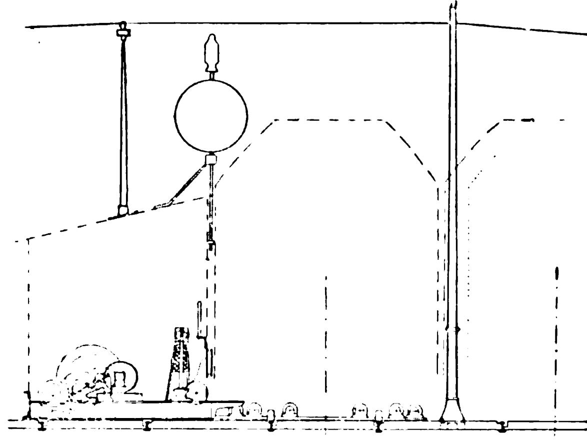
La *deuxième partie* traite de la transformation d'appareils hydrauliques en appareils électriques.

Il nous reste maintenant à compléter les renseignements contenus dans l'historique que nous avons donné et à étudier une certaine catégorie d'appareils spéciaux, afin de constituer avec la deuxième partie un ensemble de documents auxquels nous nous reporterons pour établir l'avant projet de gare qui terminera le travail que nous avons entrepris.

Conformément à notre programme nous adoptons l'ordre suivant :

1° Machines-Outils des Ateliers;
2° Appareils de manœuvre de locomotives et de wagons;
3° Engins de manutention des marchandises;
4° Appareils pour le service des voyageurs;
5° Alimentation des machines en charbon et en eau ;
6° Manœuvre électrique des signaux et des aiguilles.





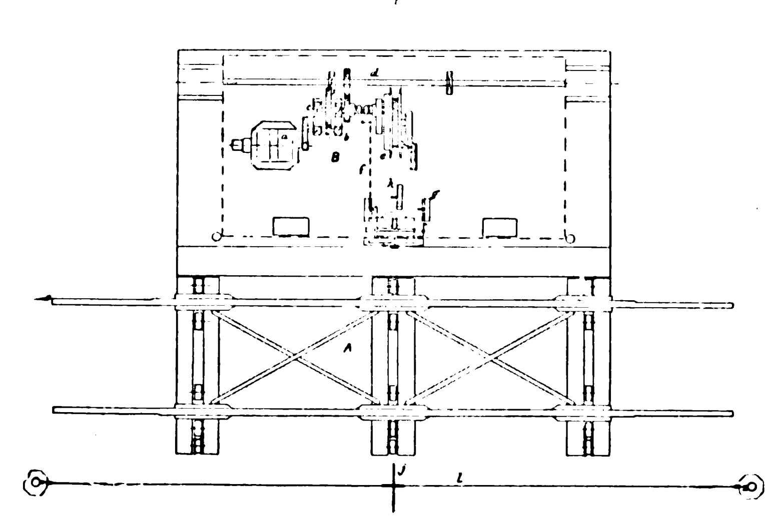


FIG. 1, 2 et 3. — Chariot transbordeur à vapeur, sans fosse (type Est), pour la manœuvre des wagons : Transformation pour la commande électrique du chariot.

LÉGENDE : A, chariot porteur ; — B, chariot moteur ; — *a*, moteur électrique : — *b*, premier arbre intermédiaire : — *c*, deuxième arbre intermédiaire portant l'embrayage ; — *d*, arbre commandant quatre galets par engrenages ; — *e*, treuil ; — *f*, commande du manchon d'embrayage ; — *g*, commande du verrou et enclenchement du levier (*f*) ; — *h*, inverseur à rhéostat ; — *i*, tableau ; — *j*, conducteur aérien ; — *l*, câble de suspension ; — *m*, trolley.

1° Machines-Outils des Ateliers. — Il existe de nombreux exemples de machines-outils mues électriquement [1] ; mais, pour ne pas sortir

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 9, p. 133 ; n° 10, p. 149 ; n° 11, p. 162 ; n° 12 p. 181 ; n° 13, p. 196 ; n° 14, p. 211 ; n° 15, p. 229.

(1) Voir le *Guide pratique d'Électricité Industrielle*, par MM. DUMONT et BAIGNÈRES (Paul Dupont, éditeur).



des limites du programme que nous nous sommes imposé, nous contenterons-nous de désigner les machines-outils que peut comporter l'atelier de réparations d'un dépôt de machines :

Machines-Outils. —	Puissance du moteur. — chevaux.	Prix approximatif de transformation. — francs.
Tours pour roues de locomotives. . . .	2	1 400
— pour wagons. . .	2	1 400
Tour à fileter	1	1 300
Tour à banc coupé.	1	1 300
Tour à boulons	1	1 300
Tour simple.	1	1 300
Raboteuse.	1	1 300
Mortaiseuse	1	1 300
Fraiseuse	1	1 300
Perceuse.	0,5	1 000
Meule à aiguiser.	0,5	1 000
— à polir	0,5	1 000
1 pompe d'alimentation (secours). . . .	3	1 600
1 ventilateur.	1	1 300

Il serait économique, le cas échéant, de conserver la transmission mécanique de l'atelier et de remplacer la locomobile elle-même (de 15 à 20 chevaux) qui actionne tout l'atelier par un moteur électrique de même puissance.

L'adjonction d'un moteur de 15 chevaux et du degré de transmission supplémentaire qui devient nécessaire coûterait environ 3500 francs.

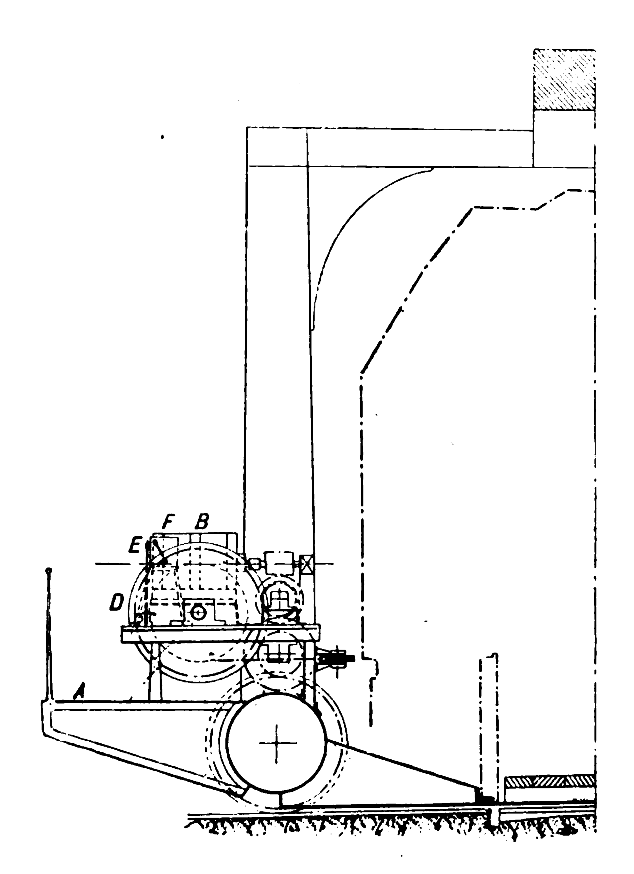
De plus, l'atelier comporte parfois des groupes de deux voies desservis chacun par un pont roulant à palan différentiel de 2 tonnes.

Ces ponts pourraient être modifiés en fixant un moteur de 2 chevaux sur le chariot pour le levage et un autre de 2 chevaux également au bout du pont, commandant, par embrayage, les deux mouvements de translation.

Une telle transformation peut être évaluée à environ 2 700 francs par engin.

2° Appareils de manœuvre de locomotives et de wagons. — Dans les première et deuxième parties, nous avons donné des exemples d'engins servant à la manœuvre des locomotives et des wagons. Le tableau suivant indique, pour chaque engin, la puissance des moteurs employés, ainsi que le prix approximatif de premier établissement relatif à la partie électrique seulement :

Engins. —	Puissance du moteur. — chevaux.	Prix de la partie électrique. — francs.	Observations. —
Gare Saint-Lazare.			
Monte-wagons	165	32 600	Vitesse de 0m,50 par seconde.
Cabestan à poupée	10	2 800	— 1m,00 —
Chariot à fosse pour wagons. . . .	13	3 500	
— locomotives. .	2×8	8 300	Transl. du chariot : 0m,30 pr sec.
— avec plaque. .	7		Demi-rotation de la plaque en 30".
Ligne de Sceaux.			
Pont tournant pour locomotives . .	»	»	
Plaques tournantes	2	5 300	
Madrid.			
Chariot sans fosse pour wagons . .	12	12 000	
Chemins de fer de l'État.			
Chariot sans fosse pour wagons . .	4	3 500	
Compagnie du Nord.			
Cabestan à poupée	10	4 000	Prix total.
— à action directe	10	2 500	Adjonction faite à une plaque ordinaire.
Manœuvre des lames d'aiguilles. .	2,5	1 500	
Amérique.			
Chariot sans fosse pour locomotives.	»	»	
— wagons . .	»	»	



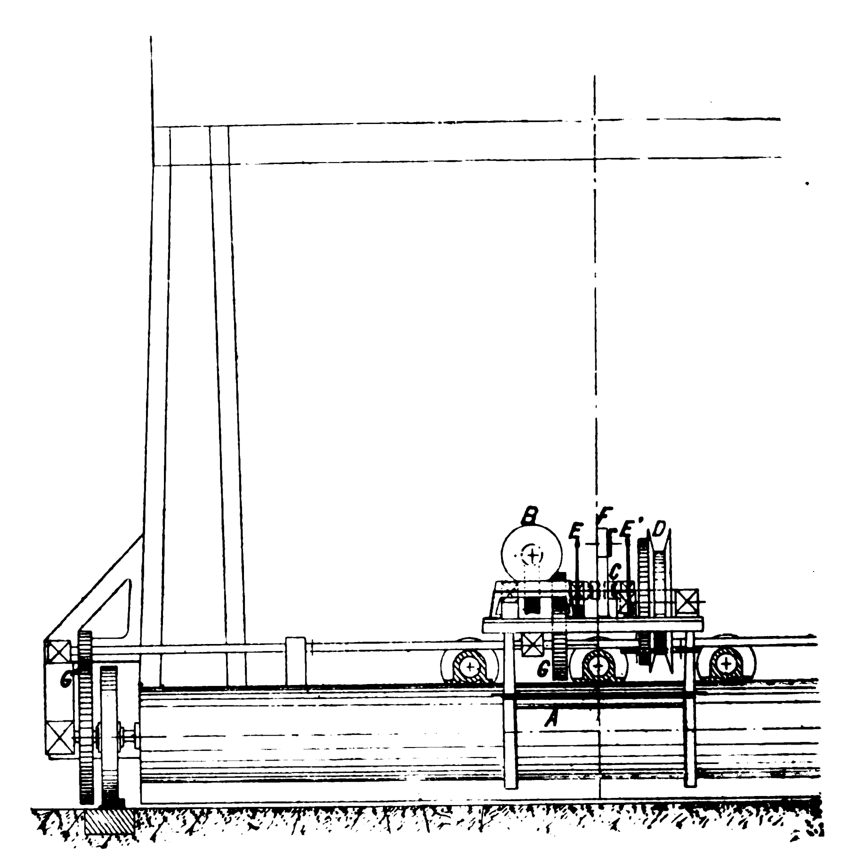


Fig. 4 et 5. — Chariot à arcades (type Nord) : Modifications pour la commande par moteur électrique.

Légende : A, plate-forme du mécanicien ; — B, moteur électrique de 8 chevaux ; — C, embrayage ; — D, tambour de traction ; — E, E', leviers « embrayage » et « verrou » ; F, inverseur de réglage et de changement de marche ; — G, G', deux trains d'engrenages réducteurs.

Nous allons compléter ces renseignements en étudiant la transformation : d'un chariot sans fosse à vapeur (type Est), d'un chariot à arcades (type Nord), et en discutant la possibilité d'appliquer un moteur électrique à un chariot à bras (type P.-L.-M.). Nous terminerons ce chapitre en indiquant les modes de prise de courant applicables à un chariot à niveau.

Transformation d'un chariot sans fosse a vapeur (type Est). — Sur le chariot à transformer (fig. 1, 2 et 3) sont installés : une chaudière, ses accessoires et une machine pilon. Cette dernière commande un arbre intermédiaire qui, à l'aide d'un embrayage double, peut actionner soit un treuil de traction soit l'arbre qui transmet le mouvement aux roues porteuses.

Il est nécessaire d'avoir recours à une transmission intermédiaire pour obtenir, avec un moteur électrique, la vitesse de cinquante tours à l'arbre des embrayages.

On emploiera de préférence un moteur-série qui permet de gagner du temps, surtout lorsque les charges varient dans d'assez grandes proportions ce qui est le cas dans l'application actuelle. D'un autre



côté, les accidents ont des conséquences moins graves lorsque l'action s'exerce horizontalement, la chute de la masse entraînée n'étant pas à craindre comme le cas peut se présenter pour un appareil de levage.

Les deux leviers « réglage » et « changement de marche » sont remplacés par un inverseur à rhéostat et il est facile d'éviter toute fausse manœuvre en enclenchant les leviers « verrou » et « embrayage ».

Nous allons déterminer la puissance du moteur électrique à appliquer en partant de la puissance de la machine à vapeur qui est de 12 chevaux.

Nous avons dû ajouter un harnais d'engrenages pour réduire dans la proportion voulue la vitesse du moteur électrique; en admettant que le rendement de ce harnais d'engrenages soit de 90 0/0, la puissance du moteur électrique devra être de :

$$\frac{12 \text{ chevaux}}{0,9} = 13,33 \text{ chevaux.}$$

Évaluons maintenant la dépense de transformation :

Installation d'un moteur de 13,5 chevaux, des engrenages, tableau, inverseur à rhéostat, trolley . . . . Fr.	2.500 »
La partie enlevée (machine à vapeur, chaudière, tuyauterie, caisse à eau et à combustible) peut être estimé à. . .	4.500 »

Quant au personnel, il ne pourrait être réduit et serait composé ainsi:

Un mécanicien-électricien ;
Un homme au câble de halage;
Un ou deux hommes pour placer le wagon sur le chariot.

TRANSFORMATION D'UN CHARIOT A ARCADES (TYPE NORD). — Dans le chariot à arcades (type Nord) les rails sont supportés par des cylindres horizontaux rendus solidaires par une arcade en treillis sous laquelle peut se placer le véhicule à transporter.

Les figures 4 et 5 indiquent la disposition qui pourrait être adoptée pour la tranformation de cet engin. Une plate-forme fixée en porte à faux sur l'un des cylindres recevrait le moteur électrique, les appareils d'embrayage, le treuil et ses accessoires, ainsi que les appareils de manœuvre (deux leviers et un rhéostat). Le mécanicien se tiendrait sur une plate-forme légèrement en contre-bas de la première.

Cette disposition permettrait de commander pour la translation, les deux roues de l'essieu le plus chargé.

La dépense de transformation peut être évaluée à 2.800 fr. avec un moteur de huit chevaux donnant pour chacun des deux mouvements de translation et de traction des vitesses respectives d'environ 0m60 et 0m90.

TRANSFORMATION D'UN CHARIOT A BRAS (TYPE P.-L.-M.) — Le chariot à bras (type P.-L.-M.) se compose de deux rails soutenus par des poutres qui reposent, par l'intermédiaire de boîtes à graisses, sur les essieux des roues porteuses. Les poutres qui supportent tout le système sont comprises dans le gabarit formé par les roues d'un wagon et les essieux. On dispose, comme il est facile de s'en rendre compte, d'un espace extrêmement restreint dans lequel il serait très difficile, pour ne pas dire impossible, de loger un moteur électrique avec tous ses intermédiaires de transmission. Dans tous les cas, il serait nécessaire d'étudier un moteur spécial plus bas et plus long que ceux du type ordinaire.

Ces considérations nous amènent à adopter la solution d'un chariot moteur indépendant du chariot porteur. Le type établi par la maison Hillairet-Huguet pour la gare de Madrid-Atocha nous paraît tout indiqué pour l'application que nous avons en vue.

La puissance du moteur peut se déterminer en suivant la méthode que nous avons indiquée pour le chariot de la gare Saint-Lazare.

Translation. — La vitesse admise par seconde étant de 1 mètre, nous allons déterminer l'effort à faire au démarrage :

Poids du wagon chargé. . . . . .T.	15
Poids du chariot porteur	2 environ.
Poids du chariot moteur	3 environ.
Tonnes	20

Frottement des fusées au démarrage : 20 000 kilogr. $\times$ 0,12 = 2 400 kilogr.

Effort à la circonférence des galets . 2 400 kilogr. $\times \frac{0^m060}{0^m360}$ = 400 kilogr.

Résistance au roulement . . . . . . 20 tonnes $\times$ 2 kilogr. = 40 kilogr.

Effort au démarrage. . . . . . 440 kilogr.

La puissance utile est alors de : 440 kilogr. $\times$ 1m = 440 kilogrammètres.

Rendement probable (4 relais d'engrenages) : $\overline{0,9}^4 = 0,64$.

Puissance à fournir par le moteur : $\frac{440 \text{ kilogr.}}{0,64 \times 75}$ = 9,2 ou 10 chevaux.

Traction :

L'effort de traction pour un wagon chargé de 10 tonnes est de :

$$\frac{440 \text{ kilogr.} \times 15 \text{ tonnes}}{20 \text{ tonnes}} = 330 \text{ kilogr.}$$

Rendement probable (3 relais d'engrenages) : $\overline{0,9}^3 = 0,7$.

L'effort à fournir par le moteur sera de : $\frac{330 \text{ kilogr.}}{0,7}$ = 470 kilogr.

La vitesse de traction sera de : $\frac{9,2 \text{ chevaux} \times 75}{470}$ = 1m50 environ.

G. DUMONT et G. BAIGNÈRES,
Ingénieurs des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

HYDRAULIQUE

IRRIGATIONS ET TRANSMISSION ÉLECTRIQUE DE KORACHIEH

Domaines de l'État Égyptien.

(Planche XVI.)

L'administration des domaines de l'État Égyptien possède, autour du village de Korachieh, à une vingtaine de kilomètres de la ville de Tantah, à moitié chemin entre le Caire et Alexandrie, 5 200 feddans (3 066 hectares) de terres cultivées en céréales, prairies de bersim et coton. La culture du coton s'étend sur 1 740 feddans (1 026 hectares).

Ces terres sont systématiquement irriguées du mois de décembre au mois d'août, à intervalles réguliers, suivant un roulement établi pour chaque culture et pour chaque parcelle de terrain.

L'eau d'arrosage est empruntée au canal Gafarieh et au canal de Korachieh, entre lesquels s'étend ce domaine, et qui font partie de cet ensemble de nombreux canaux qui couvrent la basse Égypte et en assurent la prospérité agricole. Les pluies sont presque inconnues dans cette région. Le caprice des inondations du Nil réglait seul, autrefois, la fertilité du Delta; actuellement, l'eau des canaux est dispensée aux cultures qu'ils traversent suivant des débits et des intervalles fixés d'avance par l'État, pour chaque propriétaire.

Le plan d'eau des canaux est légèrement variable; il diffère peu, en général, du plan moyen des terres à irriguer, qui s'étendent en plaines à perte de vue.

Des manèges actionnant d'antiques norias et des pompes centrifuges mues par des locomobiles sont échelonnés le long des rives.

Le domaine de Korachieh possédait, ces dernières années, neuf locomobiles d'une puissance totale de 109 chevaux. Ces neuf machines élevaient annuellement environ 4 420 000 mètres cubes d'eau, dont 3 300 000 pour les cultures de coton et 1 120 000 pour les cultures de bersim et des céréales.

A Korachieh, l'Administration des Domaines de l'État possède une usine d'égrenage pour le coton. Cette usine qui ne fonctionne que du 15 septembre à la fin de décembre, est mise en mouvement par une machine à vapeur de 120 chevaux pouvant en donner facilement plus de 150. L'égrenage du coton n'utilise donc cette machine que pendant trois mois et demi de l'année.

L'inactivité de cette machine, pendant la période des irrigations, suggéra à M. Bouteron, administrateur français des Domaines de l'État, l'idée de l'utiliser. A cet effet, M. Souter, Ingénieur français du domaine de Korachieh, étudia un projet de transmission électrique pour la mise en action des pompes d'irrigation de la façon suivante :

La machine à vapeur devait actionner une dynamo génératrice commandant trois postes de pompes A, B, C (fig. 1, pl. XVI) : les postes A et B situés sur le canal Gafarieh et le poste C sur le canal de Korachieh. Ces trois postes étaient suffisants pour assurer le service complet des irrigations du domaine.

Le projet ainsi présenté fut adopté au commencement de décembre 1895 et son exécution immédiate fut confiée à la maison Hillairet-Huguet, à laquelle fut imposée la garantie du rendement en eau élevée.

Les données des postes de réception sont :

Poste A.

Débit par heure.	1 200 mètres cubes
Hauteur maximum d'élévation	3m50
Puissance à fournir sur l'arbre de la pompe.	30 chevaux
Nombre de tours de la pompe	300
— de la réceptrice.	750
Distance du poste A à l'usine de Korachieh.	4 650 mètres

Poste B.

Débit par heure.	1 600 mètres cubes
Hauteur maximum d'élévation	3m50
Puissance à fournir sur l'arbre de la pompe.	38 chevaux
Nombre de tours de la pompe	240
— de la réceptrice.	750
Distance du poste B à l'usine de Korachieh .	8 100 mètres

Poste C.

Débit par heure.	1 600 mètres cubes
Puissance à fournir sur l'arbre de la pompe.	28 chevaux
Nombre de tours de la pompe	220
— de la réceptrice.	750
Distance du poste C à l'usine de Korachieh .	3 000 mètres

La puissance totale à fournir aux pompes, sur leur arbre est donc :

$$30 + 38 + 28 = 96 \text{ chevaux.}$$

La transmission électrique a été établie de telle façon que son rendement ne soit pas inférieur à 0,65, c'est-à-dire que la puissance totale maximum fournie sur l'arbre de la génératrice ne dépasse pas

$$\frac{96}{0,65} = 147,6 \text{ chevaux;}$$

soit, sur le piston de la machine à vapeur environ

$$\frac{147,6}{0,9} = 164 \text{ chevaux.}$$

La machine à vapeur, construite par la maison Piguet, de Lyon, donne cette puissance avec une introduction voisine de 25 centièmes.

On voit sur les figures 2 et 3 comment la machine à vapeur peut actionner soit la transmission de l'usine d'égrenage, soit la dynamo génératrice, suivant qu'on monte sur son volant la courroie de l'une ou de l'autre des deux poulies de commande.

Du 15 septembre à fin décembre, c'est la courroie de l'usine d'égrenage qui est montée, et c'est la courroie de la dynamo qui fonctionne de fin décembre au milieu d'août.

La dynamo génératrice est munie d'une excitatrice. Le mouvement de celle-ci est pris par friction sur l'intérieur de la jante de la poulie (fig. 4 et 5).

La dynamo génératrice et son excitatrice sont munies de rails tendeurs; l'excitatrice peut être embrayée par la manœuvre d'un volant à vis.

L'excitatrice est excitée en série. Un rhéostat intercalé dans son circuit permet de faire varier l'intensité du courant d'excitation, c'est-à-dire la force électromotrice des génératrices et, par conséquent, la vitesse des réceptrices.

Malgré les grandes distances sur lesquelles doit avoir lieu le transport de l'énergie, on a adopté le courant continu, d'une part, en vue d'obtenir facilement les vitesses variées nécessitées par les variations des hauteurs d'élévation et du débit et, d'autre part, parce qu'il était spécifié dans le cahier des charges que le contact simultané des deux conducteurs ne devait pas pouvoir entraîner de grave accident.

La génératrice est du type n° 8 de MM. Hillairet-Huguet, dont la puissance normale est 90 000 watts. Sa vitesse est de 325 tours par minute.

La résistance de l'induit, entre balais, est, à chaud, de 1 ohm.

La résistance des inducteurs est de 5,7 watts à chaud. A pleine excitation, soit 20 ampères environ dans les inducteurs, la force électromotrice est de 2 000 volts; avec une excitation de 14 ampères, elle est de 1 700 volts.

L'excitatrice tourne à 1 400 tours. La résistance de son induit, entre balais, est de 0,4 ohm; la résistance des inducteurs est de 0,5 ohm.

Le tableau de départ de la salle de la génératrice comprend, pour chacun des postes des pompes, un rhéostat de mise en marche à liquide, un parafoudre, un ampèremètre, et des interrupteurs sur chaque fil de ligne. Sur le tableau se trouvent, en outre, des interrupteurs, un rhéostat, un ampèremètre et un voltmètre pour la machine excitatrice.

La courbe caractéristique de la génératrice est affichée à côté du tableau et indique la force électromotrice en fonction de l'intensité du courant d'excitation à la vitesse de 325 tours. Cette courbe, établie avec soin expérimentalement avant l'expédition de la machine, dispense de l'emploi d'instruments coûteux et délicats (électromètres, voltmètres à grande résistance supplémentaire).

Trois lignes téléphoniques séparées, ayant chacune leurs récepteurs et transmetteurs dans la salle de la génératrice, permettent de communiquer continuellement avec chacun des postes de pompes.

Les lignes de transmission sont posées sur des poteaux en sapin par l'intermédiaire d'isolateurs à double cloche très simples.

Le poste A est relié à la génératrice par 10 000 mètres de fil de haute conductibilité de $^{45}/_{10}$ de millimètre de diamètre; le poste B, par 17 000 mètres de fil de $^{60}/_{10}$; le poste C, par 6 500 mètres de fil de $^{40}/_{10}$.

Les lignes téléphoniques sont en fil de fer galvanisé de $^{30}/_{10}$ de millimètre de diamètre.

Les figures 6 et 7 (pl. XVI) donnent une coupe et un plan du poste C. On y voit les positions relatives de la pompe et de la dynamo réceptrice.

Celle-ci est, comme pour les autres postes, du type 6. C. Hillairet-Huguet, tournant normalement à 750 tours.

La résistance de l'induit entre balais est, à chaud	2 ohms.
— des inducteurs — . . .	3 —
Soit, en tout	5 ohms.

A côté de la réceptrice se trouvent un tableau (ampèremètre, parafoudres, interrupteurs), un rhéostat à liquide, un rhéostat de réglage de la vitesse à résistances métalliques.

La pompe centrifuge Dumont est commandée par une courroie; elle se trouve en contre-bas. En cas d'inondation imprévue, comme celle qui résulterait de la rupture d'une digue, la pompe serait submergée, mais la dynamo ne serait pas atteinte.

Un aqueduc maçonné fait communiquer le puits de prise d'eau avec le canal. L'eau est refoulée par la pompe dans un bassin en maçonnerie d'où partent des amorces maçonnées; l'eau s'écarte de celles-ci dans des rigoles en terre végétale communiquant avec les épis tracés à la houe dans les différentes parcelles.

L'exposé du projet, remis par M. Souter à l'Administration des Domaines, comportait les évaluations suivantes :

Dépense annuelle totale pour les neuf locomobiles anciennes d'après la moyenne des deux dernières années. Fr.	26.244 »
Dépense annuelle prévue pour l'installation électrique . .	9.262 »
Économie probable. . . . . . . Fr.	16.982 »

L'arrosage effectué au moyen des anciennes locomobiles coûtait donc annuellement 8 fr. 55 par hectare, tandis qu'on espérait ne dépenser que 3 fr. 02 par le procédé électrique. Cette économie avait été calculée en admettant que les trois pompes étaient, la plupart du temps, simultanément en fonction, et que la machine à vapeur marchait à la charge la plus économique.

Or, en 1896, l'installation électrique n'a fonctionné que pendant trois mois pour l'arrosage du coton seul, les céréales étant coupées lors de la mise en marche. Dans ces conditions, les pompes ont marché souvent isolément, et la machine ne fonctionnait pas à une allure favorable. Malgré cela, l'économie prévue a été atteinte pendant cette courte période; de fin décembre dernier au milieu d'août 1897, l'économie réelle sera donc certainement supérieure à l'économie calculée.

La commande de cette installation a été faite le 14 décembre 1895; la mise en marche eut lieu le 1er mai suivant.

Ce court espace de temps a suffi à l'exécution et au transport du matériel, à l'exécution des bâtiments et maçonneries de toute nature, à la pose de plus de 60 kilomètres de fil de transmission et de fil téléphonique et des accessoires, sous la direction de M. Souter, Ingénieur du domaine de Korachieh, secondé par M. Dantzer, Ingénieur de MM. Hillairet-Huguet.

L'Administration des Domaines de l'État conviait, le 18 mai 1896, S. A. R. le Khédive, les ministres et les principaux représentants des diverses administrations, à l'inauguration de ces installations électriques, dont le promoteur, M. Bouteron, a si bien compris le rôle important qu'elles auront à jouer, à l'avenir, dans l'hydraulique agricole de ces contrées.

H. DE LA VALETTE,
Ingénieur civil des Mines.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

ÉTUDE COMPARATIVE SUR LES PROCÉDÉS DE CUISSON de la chaux.

La fabrication de la chaux ordinaire ou chaux grasse est une opération d'une simplicité élémentaire : il ne s'agit que de porter la pierre à une température déterminée, et si l'on opère sur une certaine masse, de faire en sorte que la chaleur y soit répartie d'une façon aussi uniforme que possible.

Si l'on ajoute que, tout en assurant la cuisson parfaite de la pierre, il convient de l'effectuer avec le minimum de dépense de combustible, il semble que toutes les conditions du problème sont posées, et que la solution doit en être simple et facile.

Cependant, on voit employer des fours de formes très variées : les uns sont cylindriques, les autres coniques avec évasement du cône dirigé tantôt vers le haut, tantôt vers le bas; d'autres, et c'est le plus grand nombre, ont un profil intérieur ovoïde. Quant à la hauteur, elle varie depuis 3 mètres jusqu'à 20 mètres.

Quelquefois, les fours sont chauffés avec des foyers latéraux ou des alandiers, mais cette disposition est peu usitée, et d'une façon générale, le chauffage est fait en chargeant dans le four le combustible mêlé à la pierre.

En procédant de cette façon, il semble que l'on doive réaliser la cuisson de la manière la plus économique : en effet, la température étant produite au milieu même de la masse à échauffer, les pertes de chaleur se réduisent à ce qui est emporté par les gaz et à ce qui passe au travers des parois, auxquelles on donne, en général, des épaisseurs assez fortes.

Il résulte d'observations recueillies sur un très grand nombre de fours, que la consommation de combustible varie entre 110 et 130 kilogr. par tonne de pierre. Cette différence provient de diverses causes et en partie de la nature même de la pierre soumise à la cuisson; le fait a été vérifié maintes fois, et tous les chaufourniers savent que les cal-



caires sont plus ou moins difficiles à cuire suivant leur composition chimique, leur densité et la nature du grain. En général, ce sont les calcaires les plus durs qui donnent la chaux la plus grasse et la plus pure.

Dans les sucreries et dans quelques fabriques de produits chimiques, les fours fonctionnent au tirage artificiel; les gaz de la combustion et celui dégagé par le calcaire sont aspirés par une pompe qui les refoule dans les appareils où ils doivent être utilisés. Comme il y a intérêt à obtenir un titre élevé d'acide carbonique, on règle la vitesse de la pompe pour proportionner l'appel d'air à la quantité de combustible à brûler. On obtient ainsi du gaz titrant en général 26 à 30 % d'acide carbonique.

Depuis quelques années, on a essayé, dans diverses sucreries, de substituer au chauffage direct par le charbon ou le coke mélangé au calcaire, le chauffage par le gaz produit dans des gazogènes placés à côté des fours.

Cette modification a pour but :

1° D'obtenir de la chaux très pure pouvant être introduite directement dans les jus de diffusion;

2° De réaliser, autant que possible, une économie de combustible;

3° D'augmenter le titre du gaz en acide carbonique.

On peut se demander s'il était à présumer que la cuisson au gaz pouvait procurer une économie sur le chauffage direct, puisque dans ce dernier cas, toutes les causes de pertes de chaleur semblent devoir être évitées.

Pour répondre à cette question, il faut tout d'abord rechercher quelle est la quantité de chaleur théoriquement nécessaire à la cuisson du calcaire supposé pur.

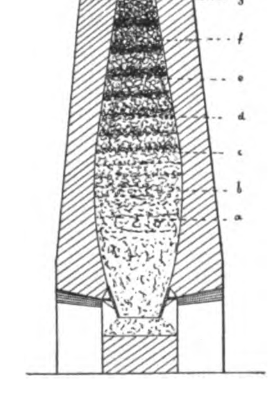
On sait par les travaux de Lamy que la dissociation du carbonate de chaux commence vers 800° et qu'elle est complète à 1 000°.

Nous voyons dans les tableaux de thermochimie que la chaleur de formation du carbonate de chaux, en partant de la chaux et de l'acide carbonique, est égale à 12,65 calories par équivalent de calcaire, soit 253 calories par kilogramme.

D'autre part, la chaleur spécifique du calcaire dur est égale à 0,21. Il faut donc 210 calories pour porter à 1 000° un kilogramme de calcaire et 253 calories pour en opérer la dissociation, soit 463 000 calories pour décomposer une tonne. En admettant qu'un charbon de qualité moyenne fournisse 7 000 calories par kilogramme, on voit que la cuisson d'une tonne de calcaire exige théoriquement une dépense de $\frac{463\,000}{7\,000} = 66$ kilogr. de charbon.

Comme, en pratique, on dépense généralement près du double, il convient de rechercher la cause de cet excès de consommation.

Pour cela, examinons le fonctionnement d'un four ordinaire (fig. 1), dans lequel le charbon et le calcaire ont été chargés successivement, de façon à former des couches alternatives superposées.


Fig. 1.

Admettons provisoirement que la zone d'incandescence *(a)* du charbon commence environ à la moitié de la hauteur du four, tout le bas se trouvant plein de chaux déjà cuite, et en voie de refroidissement.

L'air appelé par le tirage pénètre dans le four par les ouvertures inférieures de sortie de la chaux, il s'élève au travers de la masse qu'il refroidit en s'échauffant lui-même, et quand il arrive au contact du charbon, la combustion avec cet air déjà fortement échauffé s'effectue rapidement avec développement d'une très haute température.

Les gaz de la combustion, auxquels s'ajoute l'acide carbonique dégagé par le calcaire, montent au travers de la masse en l'échauffant et s'échappent à la partie supérieure. Il y a donc récupération de la chaleur emmagasinée dans la chaux au moment de la cuisson, et à cette récupération devrait correspondre une économie de combustible.

Puisque malgré cela on dépense plus de 100 kilogr. de combustible par tonne de pierre, c'est que la combustion est mal faite ou la chaleur mal utilisée.

L'acide carbonique mélangé d'azote, étant produit à une température très élevée dans les couches inférieures de combustible, rencontre dans sa marche ascendante le charbon mélangé au calcaire, avec lequel il ne tarde pas à se combiner en formant de l'oxyde de carbone, conformément à la réaction connue : $CO^2 + C = 2CO$. Cette réaction produit un abaissement de température considérable; on sait, en effet, que la transformation en oxyde de carbone d'un kilogramme de charbon pur pris à l'état d'acide carbonique emprunte au milieu ambiant 3 134 calories (c'est-à-dire 8 080 — 2 × 2 473 calories). Puisque chaque kilogramme de charbon pur sortant du four à l'état d'oxyde de carbone n'a produit comme effet calorique que 2 473 calories, tandis que sortant à l'état d'acide carbonique, il aurait produit 8 080 calories, il y a eu perte de 5 607 calories par kilogramme de charbon pur ainsi transformé.

Il suffit du reste de respirer le gaz qui sort d'un four à chaux ordinaire pour reconnaître immédiatement l'odeur caractéristique de l'oxyde de carbone.

Cette transformation partielle de l'acide carbonique en oxyde de carbone suffirait à elle seule pour expliquer l'exagération de dépense de combustible dans les fours à chaux, mais elle entraîne d'autres conséquences.

Comme dans les couches au-dessus de la zone d'incandescence *a* le charbon est partiellement brûlé avec abaissement de température, la proportion de charbon qui arrive dans la zone d'incandescence n'est plus celle qui a été chargée à la partie supérieure. Il en résulte qu'au bout de quelque temps la quantité de charbon contenu dans la couche *a* n'est plus suffisante pour utiliser tout l'oxygène de l'air qui afflue par le bas du four, et, petit à petit, la zone d'incandescence s'élève en *b*, puis en *c*, puis en *d*, pour atteindre bientôt la couche *e* située à environ 2 mètres en contre-bas du sommet. Souvent même elle monte encore plus haut, et il n'est pas rare de voir le charbon brûler en haut du four à moins de 50 centimètres en contre-bas du gueulard *g*; on aperçoit alors la flamme s'élever au-dessus de la dernière couche de pierre et brûler en pure perte à l'air libre.

Dans ces conditions, l'utilisation de la chaleur est très mauvaise, et ce qui est plus grave, le temps pendant lequel la pierre reste soumise à l'action de la haute température risque de devenir insuffisant pour assurer la cuisson complète.

De plus, comme la pierre, au moment où elle est chargée, contient encore une certaine humidité, l'échauffement trop rapide la fait éclater en petits morceaux et la poussière produite remplit les intervalles entre les pierres, et empêche le tirage régulier sur toute la section. Le feu se porte tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, et il n'est pas rare de sortir par le bas du four, en même temps que de la chaux bien cuite, des morceaux surcuits et frittés et, à côté, des pierres incomplètement cuites.

La forme même des fours ovoïdes contribue à l'irrégularité de leur marche. Comme la section intérieure va en croissant depuis le sommet jusque vers le tiers inférieur de la hauteur, il se produit nécessairement un glissement latéral des pierres les unes sur les autres pendant la descente. Le charbon menu descend dans les intervalles libres entre les pierres, et à quelques mètres au-dessous du gueulard ne se trouve plus également réparti dans la masse, quelque soin que l'ouvrier ait apporté à le répandre en couche uniforme au sommet du four.

Ces chutes anormales de charbon au travers de la masse du four se manifestent au moment des tirées, car l'on voit fréquemment des parcelles de charbon incandescent sortir au bas du four en même temps que la chaux. Ces parcelles de charbon mélangées à la chaux cuite sont en partie brûlées par le courant d'air qui entre par le bas du four, et cela sans aucun profit. Cette combustion anormale a, de plus, l'inconvénient de consommer en pure perte une partie de l'oxygène de l'air qui arrive appauvri dans la zone supérieure où il est nécessaire de développer la plus haute température.

Il semble donc résulter de ce fait que l'élargissement à partir du gueulard est une cause du mauvais fonctionnement dans les fours où le combustible est chargé en même temps que la pierre.

Examinons maintenant ce qui a été fait depuis quelques années pour remédier aux divers inconvénients que nous venons de signaler.

Emploi du gaz pour le chauffage des fours a chaux. — Il y a déjà fort longtemps qu'on a essayé de tirer parti du gaz des hauts fourneaux en les faisant servir à la cuisson du calcaire; plus tard, pour utiliser les chaleurs perdues des fours à coke, on leur a annexé des fours à chaux.

En 1873, à Ivry, MM. Muller et Fichet firent incidemment des essais de cuisson au gaz du calcaire dans un four construit en vue de la cuisson du carbonate de magnésie de l'île d'Eubée, pour la fabrication des briques de magnésie. Ils constatèrent que la chaux obtenue était bien cuite et de bonne qualité.

L'année suivante, M. Leroy-Desclausages fit construire à Champigny, sur le conseil de M. Muller et avec la collaboration de M. Vigreux, un four à gaz établi sur le même principe que celui d'Ivry. Ce four fonctionne depuis cette époque en donnant une chaux pure et blanche appréciée par une clientèle spéciale. Le gazogène est alimenté au coke, et la proportion de combustible employée ne diffère pas sensiblement de ce que l'on consomme avec les fours ordinaires.

Environ vingt ans après, on construisit dans quelques sucreries des fours à chaux au gaz avec gazogène à tirage naturel semblables, sauf les dimensions, à celui de Champigny. Leur fonctionnement est le même, quoique moins régulier.

En 1895, sur la demande de M. A. Bouchon, fabricant de sucre, qui possédait, à son usine de Nassandres, un four de ce genre dont il n'était qu'à demi satisfait, MM. Fichet et Heurtey installèrent un four à gaz de leur système établi sur un principe différent.

Ces deux fours fonctionnèrent parallèlement pendant la campagne 1895 et, dans une communication adressée l'année suivante au Congrès des fabricants de sucre, M. Bouchon déclara que ce nouveau four avait marché à son entière satisfaction, en lui procurant une économie de plus de 40 °/₀.

Ce résultat se trouva d'ailleurs confirmé l'année suivante par la marche de plusieurs fours du même système installés dans diverses sucreries en France et en Belgique.

Il nous reste maintenant à compléter cet aperçu historique par la description sommaire de ces deux fours et par l'exposé de leur mode de fonctionnement, examinés spécialement au point de vue de leur application à l'industrie sucrière.

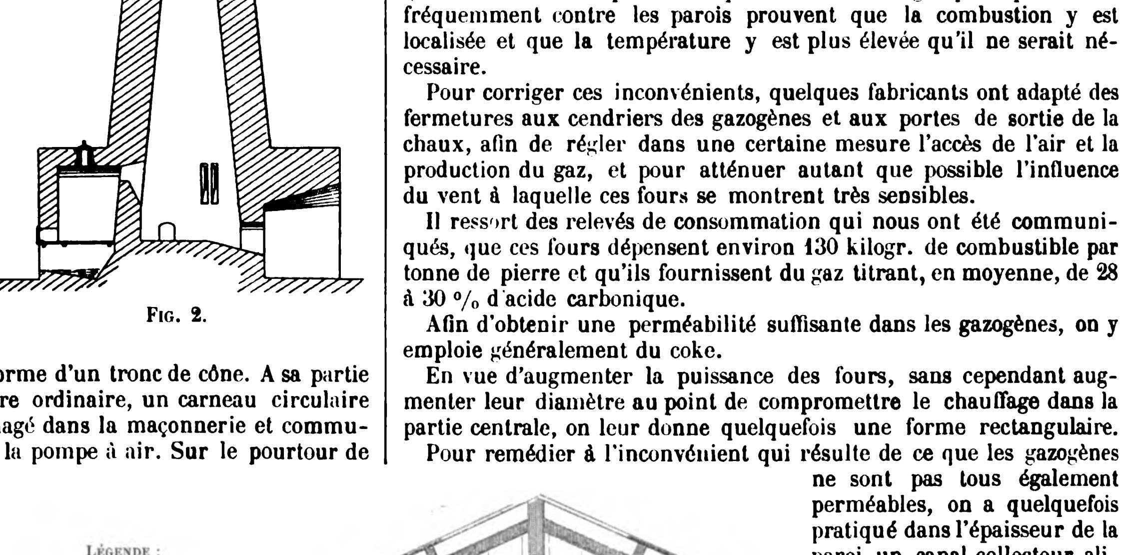


Fig. 2.

Four avec gazogène à tirage naturel. — Ce four affecte, comme l'indique la figure 2, la forme d'un tronc de cône. A sa partie supérieure, munie de la fermeture ordinaire, un carneau circulaire formant collecteur de gaz est ménagé dans la maçonnerie et communique par un tuyau en tôle avec la pompe à air. Sur le pourtour de la base sont accolés des gazogènes genre Siemens au nombre de trois ou quatre, suivant la dimension de l'appareil.

Le gaz arrive dans le four par des ouvertures pratiquées à la partie supérieure des gazogènes. L'air pénètre par les portes de sortie de la chaux ménagées au bas du four. Cet air s'échauffe par son passage sur la chaux cuite, rencontre le gaz à sa sortie des gazogènes et l'enflamme, ce qui détermine, à environ un tiers de la hauteur, la production d'une zone de température élevée. Les gaz brûlés gagnent la partie supérieure en traversant une haute colonne de calcaire qui s'échauffe progressivement, de sorte que la chaleur des produits de la combustion se trouve utilisée.

Malheureusement, dans la pratique, les choses ne se passent pas complètement de cette façon, ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte :

L'aspiration de la pompe, qui s'exerce à la partie supérieure du four, se fait sentir à la fois sur les gazogènes et sur les admissions d'air. Or la résistance opposée par la couche incandescente est essentiellement variable ; elle dépend de son épaisseur, de la grosseur du combustible et de l'état d'encrassement de la grille. Après chaque décrassage, la résistance diminue ; après la charge, elle augmente.

Comme la pompe aspire toujours le même volume, dans les moments où la résistance des gazogènes est faible, le gaz combustible afflue facilement dans le four et peut se trouver en excès par rapport à l'air ; dans ce cas, on risque de ne pas brûler tout l'oxyde de carbone.

A d'autres moments, si les grilles sont encrassées, ou si l'on vient de mettre une nouvelle charge, la résistance augmente dans les gazogènes et c'est l'air qui arrive en excès. Dans l'un ou l'autre cas, la combustion est mauvaise.

De plus, il arrive forcément, que tous les gazogènes ne se trouvent pas ensemble dans le même état de perméabilité ; aussi voit-on souvent le feu se porter, avec plus ou moins d'intensité, tantôt d'un côté du four et tantôt d'un autre.

Ce n'est pas tout : comme la différence de niveau entre la grille et les carneaux de sortie du gaz n'est pas très grande, il y a peu de tirage et il faut donner aux carneaux d'assez grandes sections ; le gaz s'échappe donc sans vitesse, de sorte qu'à moins que le diamètre du four ne soit assez réduit, on n'est pas toujours assuré que le gaz arrivera aussi bien au centre que vers le pourtour. Les collages qui se produisent fréquemment contre les parois prouvent que la combustion y est localisée et que la température y est plus élevée qu'il ne serait nécessaire.

Pour corriger ces inconvénients, quelques fabricants ont adapté des fermetures aux cendriers des gazogènes et aux portes de sortie de la chaux, afin de régler dans une certaine mesure l'accès de l'air et la production du gaz, et pour atténuer autant que possible l'influence du vent à laquelle ces fours se montrent très sensibles.

Il ressort des relevés de consommation qui nous ont été communiqués, que ces fours dépensent environ 130 kilogr. de combustible par tonne de pierre et qu'ils fournissent du gaz titrant, en moyenne, de 28 à 30 °/₀ d'acide carbonique.

Afin d'obtenir une perméabilité suffisante dans les gazogènes, on y emploie généralement du coke.

En vue d'augmenter la puissance des fours, sans cependant augmenter leur diamètre au point de compromettre le chauffage dans la partie centrale, on leur donne quelquefois une forme rectangulaire.

Pour remédier à l'inconvénient qui résulte de ce que les gazogènes ne sont pas tous également perméables, on a quelquefois pratiqué dans l'épaisseur de la paroi un canal collecteur alimenté par tous les gazogènes et communiquant avec le four par une série d'orifices régulièrement espacés.

Quand ils ne sont pas de trop grande dimension, ces fours donnent une chaux de bonne qualité avec une faible proportion d'incuits, mais leur réglage et leur conduite exigent une certaine intelligence et des soins minutieux qu'il n'est pas toujours facile d'obtenir des ouvriers.

En résumé, si, sous le rapport de la pureté de la chaux, ces fours sont indiscutablement supérieurs à ceux à chauffage direct, il ne semble pas qu'ils aient réalisé un progrès sensible au point de vue de la richesse du gaz, de l'économie de combustible et de la régularité de marche.

Four avec gazogène soufflé. — Ce qui caractérise ce système de fours, c'est que la production du gaz y est absolument indépendante du débit de la pompe ; dans ces conditions, les variations de vitesse qu'elle éprouve n'agissent que sur la quantité d'air qui s'introduit par la partie inférieure et nullement sur celle de gaz produit.

Le gaz est fourni par un gazogène soufflé, à cendrier complètement fermé ; son débit dépend uniquement du soufflage, dont l'intensité se règle à volonté. Il est distribué dans le four par une série de tuyères placées à peu près au tiers de la hauteur.

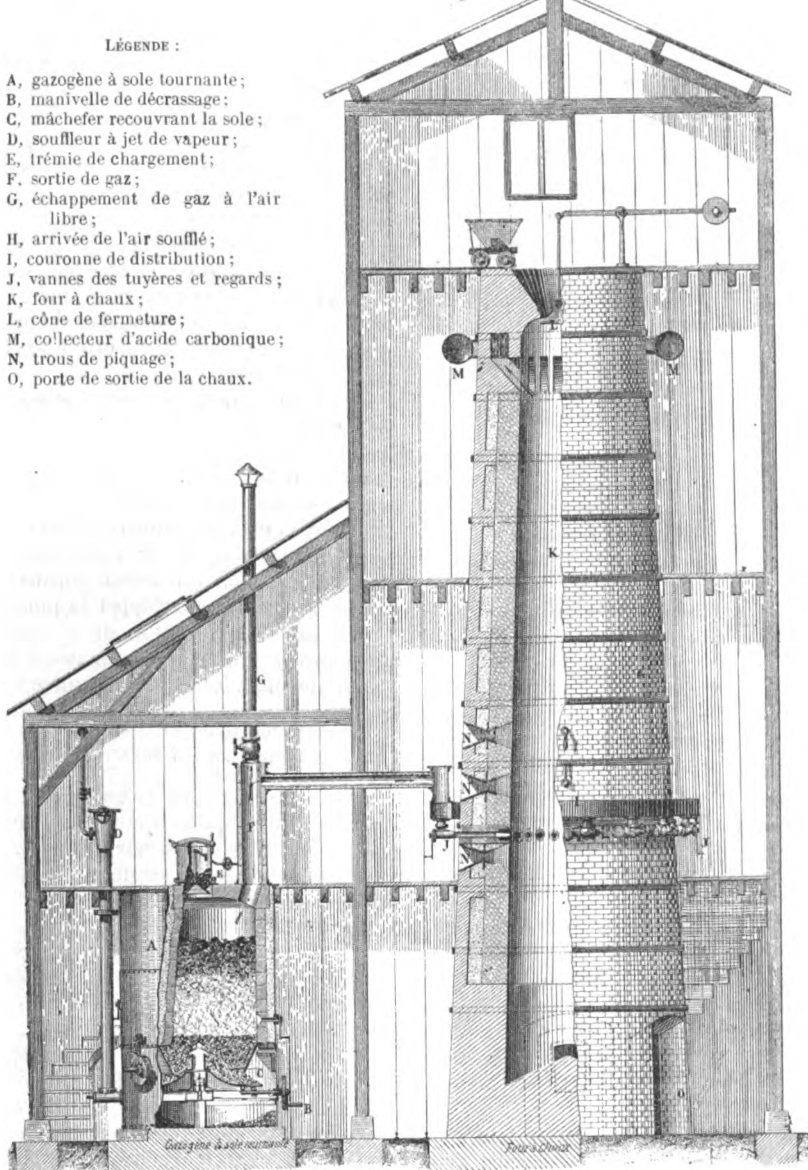


Fig. 3. — Installation d'un four à chaux chauffé au gaz.

La figure 3 montre la disposition d'ensemble du four et du gazogène. A la partie supérieure, le four est muni, comme dans toutes les sucreries, d'une fermeture qui ne s'ouvre qu'au moment du chargement de la pierre.

Les conduits de gaz sont enveloppés avec soin d'une couche épaisse d'enduit calorifuge pour éviter les pertes de chaleur.

L'examen du fonctionnement montre que l'emploi du gazogène soufflé évite les inconvénients que nous avons signalés dans la marche



des fours alimentés par un ou plusieurs gazogènes à tirage naturel.

Le gaz s'échappe des tuyères sous une pression de plusieurs centimètres d'eau, et avec une vitesse qui le fait arriver sans peine jusqu'au centre du four.

Comme la section des tuyères est extrêmement réduite par rapport à celle des orifices de gaz du four précédent, les veines de gaz sont plus divisées, leur mélange avec la colonne ascendante d'air chaud est plus intime, la combustion est complète sous une faible hauteur, et la chaleur est répartie uniformément dans toute la section; on n'a donc pas à craindre la localisation de la température le long des parois et les collages qui en sont souvent la conséquence.

La combustion s'effectuant à flamme courte, la zone de très haute température n'occupe pas plus de 2 mètres de hauteur au-dessus des tuyères; il en résulte une utilisation très complète de la chaleur des gaz brûlés et une bonne préparation de la pierre, qui, séchée doucement, n'éclate pas et ne produit pas de poussière.

En réglant convenablement la vitesse de la pompe, on arrive facilement à n'admettre dans le four que la quantité d'air exactement nécessaire à la combustion complète du gaz, et à obtenir, par conséquent, un titre élevé de l'acide carbonique. En général, on a, dès le début de la marche, du gaz à 32 °/₀ de CO^2, puis en réglant la vitesse de la pompe, on fait monter le titre à 35 °/₀. Avec un bon régulateur qui maintient invariable la vitesse de la pompe, on a obtenu, d'une façon continue, du gaz à 36 °/₀. Ce titre élevé permet une carbonatation très rapide et facilite le travail ultérieur des jus.

Comme il ne peut passer dans le four que le volume de gaz aspiré par la pompe, et comme le gazogène marche à cendrier fermé, débitant un volume de gaz invariable, le régime du four est stable, et le vent n'exerce aucune influence.

Dans un four bien réglé, la chaux sort tiède et le gaz aspiré par la pompe est à une température très peu supérieure à 100°. L'utilisation de la chaleur est donc aussi complète que possible.

Avec de la pierre dure de bonne qualité, la chaux est pure et blanche, et la quantité de poussière extrêmement faible.

Le gazogène employé est un gazogène à sole tournante du système W. J. Taylor. Dans cet appareil, le combustible ne repose pas sur une grille, mais sur une couche épaisse de mâchefers portée sur une sole pleine montée sur boulets, à laquelle on peut imprimer du dehors un mouvement lent de rotation. Cette disposition a pour effet de permettre le décrassage en pleine marche, sans arrêt ni trouble dans la production du gaz, et de brûler le combustible sans aucun déchet.

L'introduction de l'air dans le gazogène se fait avec un injecteur à vapeur, au moyen duquel on règle à volonté la pression de soufflage, le débit et le degré d'humidification de l'air. La vapeur d'eau décomposée au contact du charbon incandescent produit, comme on le sait, un double effet: d'une part, elle facilite le décrassage en évitant l'adhérence des mâchefers, et, d'autre part, elle fournit une certaine quantité de gaz à l'eau qui, en se mélangeant au gaz produit par l'air, en augmente la puissance calorifique.

La figure 4 représente le dessin d'un ancien four, transformé pour y appliquer le chauffage au gaz. Cette transformation n'est pas toujours possible; il faut, pour cela, une assez grande hauteur, par rapport au diamètre.

A *Tremie de chargement*
B *Collecteur de gaz*
C *Canal d'arrivee du gaz*
D *Regards*
E *Tuyeres*
F *Portes de sortie*

FIG. 4.

Avec le soufflage, on n'a pas à se préoccuper de la résistance opposée par la couche épaisse de combustible qui remplit le gazogène; aussi peut-on employer, au lieu de coke, des menus criblés maigres dont le prix est sensiblement moins élevé.

L'expérience a montré, qu'avec de la pierre dure, on peut obtenir une cuisson parfaite en ne dépensant pas plus de 60 kilogr. de charbon par tonne de pierre.

Avec la pierre tendre, la consommation est descendue au-dessous de 70 kilogr., soit presque exactement la consommation théorique telle que nous l'avons établie au début de cette étude.

A. F.

AUTOMOBILES

COMPARAISON ENTRE LES DIVERS MOYENS d'obtenir la force motrice nécessaire à la propulsion des automobiles (1).

L'origine des véhicules automobiles est bien antérieure à celle de la locomotive. La première voiture automobile construite en France fut celle de Cugnot, laquelle, nous devons l'avouer, était aussi mal construite que possible, tant au point de vue de la chaudière qui n'était qu'une sorte de marmite, qu'au point de vue du mécanisme qui était des plus rudimentaires. Au contraire, dès 1830, les voitures à vapeur étaient connues en Angleterre, et elles y auraient pris un essor aussi rapide que considérable, si une réglementation arbitraire n'était venue en arrêter brusquement le développement en obligeant ces véhicules à ne circuler sur les routes que précédés, à 50 mètres environ, par un homme marchant au pas. En effet, les relations du temps nous apprennent qu'à cette époque, et avant cette réglementation prohibitive et malencontreuse, des voitures à vapeur parfaitement aménagées transportaient journellement, sur certaines routes d'Angleterre, vingt-cinq à trente voyageurs à la fois à une vitesse d'environ 30 kilomètres à l'heure. Toutes ces voitures possédaient des chaudières multitubulaires, et celle de la voiture de Burney, construite en 1785, était une véritable chaudière de torpilleur analogue à celles que nous établissons de nos jours.

Les chemins de fer, qui ont également pris naissance en Angleterre, n'ayant pas été astreints à la réglementation draconienne dont je parlais plus haut, prirent immédiatement un grand développement, et monopolisèrent à leur profit les transports en commun : les voitures à vapeur *disparurent* donc devant les chemins de fer.

Cependant, quels que puissent être les avantages des véhicules automobiles, il est bon de remarquer que la dépense de combustible par tonne remorquée est bien plus grande, et la vitesse est bien plus petite pour une machine routière que pour une locomotive, par suite de l'effort de traction qui est bien plus considérable. Aussi la locomotive doit-elle conserver l'avantage pour les transports économiques, rapides et à grande distance. La lutte se trouve donc circonscrite entre le cheval et la voiture automobile; les avantages de celle-ci sont : l'économie, la vitesse, l'absence de fatigue et une consommation nulle pendant tout le temps que le véhicule reste au repos.

Le problème du véhicule automobile est bien plus compliqué que celui de la locomotive. Ce véhicule doit, pour devenir d'un emploi général : ne nécessiter ni la présence d'un mécanicien ni celle d'un chauffeur, le conducteur ou le cocher devant servir à tout; être d'un prix modéré; ne pas contenir de mécanisme délicat, mais avoir, au contraire, un moteur très léger, d'une solidité et d'une rusticité à toute épreuve; employer comme source de force motrice des substances que l'on trouve dans tous les endroits habités. En outre, ce moteur doit avoir une consommation économique, non seulement au point de vue pécuniaire mais aussi au point de vue technique, parce que, dans le cas contraire, le poids des approvisionnements absorberait toute la puissance du moteur dont le parcours sans ravitaillement serait, en outre, très limité. On peut donc énoncer ainsi le problème à résoudre dans la construction des moteurs destinés aux voitures automobiles : emporter, sous un poids donné, une quantité d'énergie aussi grande que possible.

Je vais passer en revue les principaux procédés connus pour l'emmagasinement de l'énergie et qui sont : les ressorts métalliques, les ressorts en caoutchouc, les gaz comprimés, les gaz liquéfiés, l'eau chaude sous pression, les actions chimiques, dans lesquelles rentre la combustion, et enfin l'électricité. Mais, avant de commencer cette étude, je crois utile de définir une expression dont je me servirai constamment par la suite, c'est la puissance spécifique : j'appellerai *puissance spécifique* d'un corps dans lequel est emmagasinée une certaine quantité d'énergie, le nombre de kilogrammètres renfermés dans une unité de poids de ce corps, y compris ses accessoires indispensables, réservoirs, etc.

Au premier abord, il semble que le seul moteur applicable aux voitures automobiles soit le moteur à pétrole, mais un examen plus approfondi de la question permet de se rendre compte que la chose n'est pas aussi assurée qu'il semble à première vue, et nous verrons, au cours de cette étude, que la vapeur présente de sérieux avantages personnels, et qu'elle peut encore rendre de grands services à l'automobilisme. Lorsque, il y a trois ans, au premier concours de voitures automobiles, on vit la vapeur battue par le pétrole, j'espérais qu'elle prendrait sa revanche l'année suivante; mais il n'en a pas été ainsi et, jusqu'à ce jour, les moteurs à vapeur ont été constamment battus par les moteurs à pétrole dans tous les concours qui ont eu

(1) Cette étude est un développement de la conférence faite par notre éminent collaborateur, M. Marcel DEPREZ, à l'*Automobile-Club de France*, le 12 janvier dernier; elle doit servir d'introduction à un travail d'ensemble sur les voitures automobiles, dû à la collaboration de plusieurs Ingénieurs et publié sous le patronage de l'Automobile-Club de France. (N. D. L. R.)

lieu [1]. Je dois avouer que j'ai été très surpris de ces défaites successives de la vapeur, et j'ai peine à croire que cet agent, à la fois si puissant et si souple, capable de remorquer à une vitesse de 120 kilomètres, sur niveau, des trains pesant plus de 150 tonnes, ne puisse fournir la solution du problème de la traction mécanique pour des automobiles pesant au plus 2,5 tonnes et marchant à une vitesse maximum de 35 à 40 kilomètres à l'heure.

Emploi des ressorts métalliques et en caoutchouc. — Je ne citerai que pour mémoire les ressorts comme dispositifs pour l'emmagasinement de l'énergie; en effet, leur puissance spécifique est très faible : les ressorts métalliques emmagasinent, au maximum, 20 kilogrammètres par kilogramme, et les ressorts en caoutchouc 250 kilogrammètres.

Emploi des gaz comprimés et gaz liquéfiés. — On a songé à utiliser l'énergie que l'on peut emmagasiner dans les gaz comprimés ou liquéfiés; leur poids est évidemment négligeable, mais les réservoirs dans lesquels il sont renfermés sont très lourds. Pour les appareils à gaz comprimés on s'est adressé, naturellement, à l'air. L'air comprimé, à certains points de vue : propreté, facilité de mise en marche, etc., est irréprochable; cependant, en raison du poids des réservoirs, il possède une grande lourdeur spécifique au point de vue de la quantité d'énergie emmagasinée.

C'est surtout à M. Mékarsky que l'on doit les perfectionnements les plus importants dans l'emploi de l'air comprimé. Les installations qu'il a étudiées et les appareils qu'il a établis peuvent être considérés comme de véritables modèles : l'air est comprimé à 60 et même 90 atmosphères, à l'aide de compresseurs disposés en cascade et refroidis pour éviter l'élévation de température due à la compression; de plus, avant de laisser détendre l'air comprimé dans les cylindres de la machine, M. Mékarsky a eu l'idée de réchauffer cet air et de le mélanger à de la vapeur d'eau, en le faisant barboter dans une bouillotte d'eau chaude à 160°. On augmente ainsi la détente et l'on n'est pas géné par le froid qu'elle produit, ce qui a pour résultat d'augmenter beaucoup le rendement.

Voici un tableau extrait de l'étude fort intéressante publiée par M. Barbet dans le *Génie Civil* [2] et qui contient les principales données relatives à la traction des tramways par air comprimé, d'après le système Mékarsky :

Données relatives à la locomotive à air comprimé, système Mékarsky. Réservoirs en tôle d'acier emboutie.

Pression initiale : 60 atmosphères;
Effort élastique de la tôle : 15 kilogr. par millimètre carré;
Poids du réservoir par kilogramme d'air : 12 kilogr.;
Travail théorique indiqué de 1 kilogr. d'air dans le récepteur : 20 765 kilogrammètres;
Travail théorique pour comprimer 1 kilogr. d'air à 45 atmosphères : 39 335 kilogrammètres;
Rendement théorique pour cent : 0,65;
Rendement pratique pour cent : 0,33;
Dépense constatée d'air à 45 atmosphères par kilomètre, pour une voiture de 12 tonnes : 10 kilogr.;
Les compresseurs de la Compagnie parisienne d'air comprimé donnent 6kg35 d'air comprimé à 49 atmosphères par cheval-heure indiqué;
Prix de revient de 1 kilogr. d'air comprimé à 45 atmosphères : 0 fr. 0072.
Consommation de charbon à l'usine par cheval-heure obtenu à la jante des roues de la voiture automobile : 4kg5;

On voit donc qu'un kilogramme d'air comprimé à 45 atmosphères peut fournir un travail théorique calculé équivalent à 20 765 kilogrammètres; malheureusement cet air doit être renfermé dans un réservoir pesant treize fois plus que lui, ce qui abaisse le travail disponible par kilogramme d'air à 1 600 kilogrammètres seulement, tandis qu'un kilogramme de pétrole permet de disposer, pratiquement, de 750 000 kilogrammètres.

Au point de vue du rendement, nous voyons également que le travail nécessaire pour comprimer un kilogramme d'air à 45 atmosphères est de 39 335 kilogrammètres correspondant à un rendement théorique de 65 %. M. Barbet admet un rendement pratique de 50 %; le rendement final est donc, approximativement, égal à 33 %.

Quant au prix de revient de l'air ainsi comprimé à 45 atmosphères nous voyons qu'il est de 0 fr. 0072 par kilogramme. Mais il convient, suivant M. Barbet, de doubler ce chiffre pour tenir compte des fuites, de l'intérêt et de l'amortissement du capital engagé; il faut encore majorer de 30 % le résultat ainsi obtenu pour tenir compte également de la main-d'œuvre de chargement, du réchauffage de l'air et d'un accroissement possible dans la pression initiale : on arrive ainsi au chiffre de 0 fr. 020 pour le prix de revient du kilogramme d'air comprimé, soit 20 francs par tonne.

Les essais de consommation entrepris sur les différentes lignes de tramways exploitées d'après le système Mékarsky ont donné les résultats suivants pour le poids d'air comprimé dépensé par kilomètre-voiture :

Ligne de Paris-Ville-Evrard (voiture de 50 places). .	Kilogr.	10
Ligne de Saint-Augustin-Vincennes.		12,5
Tramways de Nantes		7

On peut donc évaluer ainsi qu'il suit la dépense par kilomètre-voiture :

Air comprimé	Fr.	0,200
Conduites		0,075
Entretien et graissage.		0,071
Total.	Fr.	0,346

Enfin, la consommation de charbon à l'usine, par kilomètre-voiture, est de 2 kilogr. pour une voiture pesant 12 tonnes, ce qui équivaut à une consommation initiale (à l'usine) de 4kg5 de charbon par cheval-heure utilisé à la jante des roues de la voiture automobile à air comprimé.

On voit, en résumé, que l'air comprimé est un des moyens les plus élégants, mais en même temps des plus coûteux, pour résoudre le problème de la traction mécanique, et que sa puissance spécifique est très faible.

Emploi des gaz liquéfiés. — La quantité d'énergie que renferment les gaz liquéfiés est proportionnelle à la quantité de chaleur qu'il faut leur enlever pour les liquéfier, mais aucun d'eux ne possède une chaleur de vaporisation comparable à celle de l'eau qui, pour cette raison, se trouve être préférable à tous les autres corps pour l'emmagasinement de la chaleur. De plus, comme la chaleur ne peut produire du travail qu'en passant d'un corps chaud à un corps froid, il faut enlever continuellement la portion, très considérable d'ailleurs, de chaleur non transformée en travail et ceci ne peut être obtenu que de deux manières différentes : soit en refroidissant, au moyen d'un condenseur, le gaz ou la vapeur employé après son passage dans le moteur; soit en rejetant le gaz ou la vapeur dans l'atmosphère, ce qui n'est admissible que pour la vapeur d'eau et les gaz de la combustion du charbon ou du pétrole.

Par conséquent, non seulement les gaz liquéfiés présentent, comme le gaz comprimé, l'inconvénient de nécessiter des réservoirs très lourds mais leur emploi dans les moteurs est bien inférieur, à tous les points de vue, à celui de l'eau.

Emploi de l'eau chaude sous pression. — Ce procédé consiste à chauffer de l'eau en vase clos à une température de 200° par exemple, ce qui correspond à une pression de 15 atmosphères, puis à mettre ce réservoir d'eau en communication avec un détendeur intercalé entre la chaudière et les cylindres d'un moteur; en se détendant l'eau se vaporise et la vapeur ainsi produite agit sur les pistons. Cette vapeur est formée aux dépens de la chaleur emmagasinée dans l'eau de la chaudière qui sert ainsi de réservoir de chaleur; c'est le système employé dans les locomotives de Lam modifiées par M. Franck. La température de l'eau, dans le réservoir, s'abaisse donc progressivement jusqu'à 150° pendant que sa pression décroît simultanément jusqu'à 5 atmosphères. On ne peut descendre au-dessous de 150° et, d'autre part, si on dépasse 200° pour la température initiale, la pression monte beaucoup plus vite que la température et il arrive bientôt que le réservoir, quelle que soit sa forme, pèse plus que l'eau contenue; aussi est-il très difficile, par ce procédé, d'emmagasiner plus de 75 calories disponibles par kilogramme d'eau et de réservoir.

Le poids en kilogrammes d'un réservoir en acier, d'un mètre cube de capacité, est donné par la formule suivante dans laquelle P représente la pression et F l'effort élastique que l'on impose au métal du réservoir. J'ai admis pour ce dernier le nombre constant de 10 kilogr. par millimètre carré.

$$p = \frac{P}{F} \times 16\,000.$$

J'ai calculé, d'après cette formule et pour différentes températures, le poids d'un semblable réservoir ayant une capacité de un mètre cube et les différents résultats que l'on peut en obtenir en supposant que la limite inférieure de la température de l'eau soit de 150 degrés.

	Température de l'eau sous pression.				
	200°	225°	250°	275°	300°
Pression absolue en atmosph. .	15	25	39	59	86
Pression effective en atmosph. .	14	24	38	58	85
Poids du réservoir . . . kilog.	224	384	608	928	1 360
Quantité de chaleur, en calories, renfermée dans l'eau au-dessus de 150°	50 000	75 000	100 000	125 000	150 000
Quantité de chaleur, en calories, renfermée dans le métal . . .	1 340	3 460	7 300	13 900	24 500
Quantité de chaleur totale emmagasinée	51 340	78 460	107 300	138 900	174 500
Poids total en kilogrammes. . .	1 224	1 384	1 608	1 928	2 360
Quantité de chaleur emmagasinée par kilogr. de poids total. . .	42	57	66,6	72	74
Énergie pratiquement disponible par kilogr. de poids total, en supposant que l'on transforme en travail 10 % de la chaleur emmagasinée	1 785	»	»	»	»

(1) Du reste, nous sommes heureux de constater, à ce sujet, que ces prévisions ont été confirmées ultérieurement par la victoire remportée par la vapeur dans la course Marseille-Nice qui vient d'avoir lieu à la fin du mois de janvier, et dans laquelle la voiture classée première a été une automobile à vapeur du système de Dion.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXVII, nos 4 à 15.



On voit, d'après ce tableau, qu'un kilogramme de poids total (eau et réservoir), chauffé à une température initiale de 250°, emmagasine une quantité d'énergie pratiquement disponible égale à :

$$66,6 \times 425 \times 0,10 = 2\,830 \text{ kilogrammètres.}$$

tandis que nous avons vu que 0,10 étant le coefficient d'utilisation thermique, l'énergie théorique emmagasinée dans un kilogramme de poids total (réservoir et air) est égal à :

$$\frac{20\,765}{12+1} = 1\,597 \text{ kilogrammètres seulement.}$$

On voit également que l'eau chaude peut emmagasiner beaucoup plus de travail que l'air comprimé, et que le travail ainsi emmagasiné par unité de poids croît d'abord avec la température, puis reste stationnaire et finit par décroître.

Mais, au point de vue spécial qui nous occupe, on voit que ce mode d'emmagasinement de l'énergie, qui possède de grandes qualités à certains égards est, de même que l'air comprimé, très limité au point de vue de la puissance.

Enfin, on doit remarquer que l'eau surchauffée n'exige, pour sa production, qu'une simple chaudière, tandis que les gaz comprimés ou liquéfiés nécessitent des usines spéciales possédant des machines compliquées et coûteuses.

Emploi des actions chimiques; combustion. — Tous les procédés d'emmagasinement de l'énergie que je viens de passer en revue sont donc très limités. Voyons maintenant ce que peuvent donner les actions chimiques.

L'action chimique qui développe, à poids égal, le plus d'énergie, est de beaucoup la combustion. Nous savons que le pouvoir calorifique de certains combustibles est considérable : il est de 8 000 calories pour le charbon de bois et le coke, de 8 à 9 000 calories pour la houille, de 10 000 calories pour le pétrole et de 11 700 calories pour l'acétylène; enfin, un mètre cube de gaz donne, en brûlant, 5 500 calories.

Comme on le voit, le charbon possède une très grande puissance spécifique puisque, en brûlant, un kilogramme de charbon développe un nombre de calories qui, transformées intégralement en travail, permettraient théoriquement, de l'élever à 3 400 kilomètres de hauteur. Aussi, malgré les pertes considérables d'énergie qui se produisent dans son utilisation, on peut considérer le charbon comme étant destiné à l'emporter sur tous les autres corps servant à la production de la force motrice, d'autant plus que, contrairement au pétrole, sa production est presque illimitée et qu'on le rencontre dans toutes les régions du globe terrestre. Au contraire, la production du pétrole est très limitée et on ne le trouve que sur le territoire de quelques États qui pourraient, dans certains cas, s'opposer à son exportation.

On transforme l'énergie calorifique du charbon en travail mécanique en communiquant la chaleur dégagée par sa combustion à un corps intermédiaire alternativement chauffé et refroidi ; c'est sur ce principe que sont établies les machines à vapeur ainsi que les machines à air chaud. L'eau et l'air se rencontrent partout, mais l'eau nécessite, pour son transport, l'emploi d'un réservoir, tandis que l'air ne présente pas cet inconvénient. Malgré cet avantage, on doit éliminer, *a priori*, les moteurs à air chaud pour actionner les automobiles ; en effet, leur poids et leur encombrement considérables les rendent impropres à cet usage.

Au contraire, l'eau présente de grands avantages lorsqu'on l'emploie comme intermédiaire entre la chaleur et le travail, car c'est, de tous les corps, celui qui présente la plus grande chaleur spécifique et l'on peut la vaporiser très facilement dans des chaudières très économiques et peu encombrantes.

Rôle de la chaudière. — De tous les types de chaudières, le meilleur est la chaudière tubulaire qui possède des qualités remarquables au point de vue de la puissance spécifique, de la légèreté, de l'encombrement et de l'économie; de plus, c'est le seul appareil auquel on puisse appliquer le calcul pour en évaluer, *a priori*, le rendement. Anciennement, on croyait que, dans une chaudière tubulaire, le rendement était en raison inverse de la production ; il n'en est rien, ainsi que le prouvent les expériences exécutées, à ce sujet, par MM. Nozo et Geoffroy, sur une chaudière de locomotive dont le corps tubulaire avait été divisé en un certain nombre de compartiments et dont les résultats se trouvent réunis dans le tableau ci-dessous.

Pour montrer la corrélation qui existe entre la production de vapeur que l'on peut obtenir par mètre carré et par heure, d'une part, et le poids de vapeur produit par un kilogramme de charbon, d'autre part, nous avons groupé les chiffres d'une des expériences de Nozo et Geoffroy, de manière à faire ressortir l'influence de la longueur des tubes sur ces deux éléments.

Les expériences relatées dans ce tableau ont eu lieu avec une chaudière dont la moitié des tubes avaient été bouchés par des tampons placés du côté du foyer ; la production totale de vapeur par heure, ainsi que le rendement économique, ont été sensiblement les mêmes que dans la chaudière primitive.

On voit, par exemple, que, si l'on s'arrêtait à trois compartiments, la chaudière produisait 6kg93 de vapeur par kilogramme de charbon, mais que la production de vapeur par mètre carré de surface totale atteignait le chiffre énorme de 116 kilogr. par heure correspondant, comme nous le verrons plus loin, à un travail de plus de 10 chevaux *mesurés à la jante des roues.*

Numéro du compartiment.	A	B	C	D	E	F	G	H
1 . . .	6,37	6,37	1 390	1 390	218,0	218	3,61	3,61
2	8,31	14,68	852	2 242	102,0	152	2,21	5,82
3	8,31	23,00	431	2 673	52,0	116	1,12	6,93
4	8,31	31,30	263	2 936	31,7	94	0,68	7,63
5	8,31	39,61	193	3 129	23,2	79	0,50	8,13

A, surface du compartiment considéré ;
B, surface totale des *n* premiers compartiments ;
C, poids de vapeur produit dans une heure par le compartiment considéré ;
D, poids total de vapeur produit dans une heure par les *n* premiers compartiments;
E, poids de vapeur produit dans une heure par mètre carré de surface du compartiment considéré ;
F, poids total de vapeur produit dans une heure par mètre carré de surface de l'ensemble des *n* premiers compartiments ;
G, poids de vapeur produit par un kilogramme de charbon dans le compartiment considéré;
H, Poids de vapeur produit par un kilogramme de charbon dans l'ensemble des *n* premiers compartiments.

Une chaudière de locomotive, capable de résister aux plus fortes pressions actuellement employées, pèse environ de 100 à 120 kilogr. par mètre carré de surface de chauffe ; d'après ces expériences, on voit qu'une telle chaudière peut fournir le travail d'un cheval avec un poids total de 12 kilogr. : elle possède donc une puissance spécifique énorme. Nous pouvons, d'ailleurs, affirmer que, moyennant certaines modifications dans la construction du foyer et grâce à l'emploi des tubes à ailettes, ce poids pourrait être considérablement réduit.

Voici un autre tableau qui donne les résultats d'expériences faites au chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée par M. Henry, sur une chaudière de locomotive dont les tubes avaient une longueur de 3 mètres, un diamètre intérieur de 46 millimètres et un diamètre extérieur de 50 millimètres :

	Tirage en millimètres d'eau.					
	Foyer ordinaire.			Foyer Tembrinck.		
	25	45	75	25	45	75
Charbon brûlé par heure en kilogr.	466	650	863	446	607	780
Eau évaporée par heure en kilogr.	3 667	4 907	6 136	3 844	5 150	6 341
Coefficient économique .	7,87	7,55	7,11	8,62	8,48	8,18

M. Baudry, collaborateur de M. Henry, s'est livré à d'autres expériences semblables sur une locomotive munie de tubes à ailettes ayant 2 mètres de long et 50 millimètres de diamètre extérieur. Le nombre total des tubes était de 185, leur diamètre intérieur de 46 millimètres ; leur surface intérieure, non compris celle des ailettes, était de $52^{m2}50$ et leur surface totale, y compris celle des ailettes, de 93 mètres carrés; la surface du foyer, muni d'un bouilleur Tembrinck, était de $14^{m2}2$. Le poids de cette chaudière était extrêmement réduit puisque son corps cylindrique n'avait que 2 mètres de longueur. Le poids des ailettes n'atteignait pas 400 kilogr. pour l'ensemble des tubes et, cependant, la puissance et l'économie de cette chaudière l'emportaient de beaucoup sur celles de la chaudière de 3 mètres de longueur.

Voici les résultats qui ont été obtenus :

	Tirage en millimètres d'eau.				
	25	45	75	100	120
Charbon brûlé par heure, en kilogr.	428	565	715	828	907
Eau évaporée par heure, en kilogr.	4 019	5 254	6 585	7 535	8 181
Coefficient économique.	9,39	9,30	9,21	9,10	9,02

Ici, nous voyons intervenir pour la première fois les tubes à ailettes. Ce sont des tubes munis, à l'intérieur, de nervures facilitant la transmission de la chaleur, et leur invention constitue un des perfectionnements les plus remarquables parmi tous ceux qui ont été apportés, dans ces dernières années, aux chaudières à vapeur. En effet, un tube à ailettes de 2 mètres de longueur est plus économique et plus puissant qu'un tube ordinaire de même diamètre, mais d'une longueur double; de plus, leur adoption n'augmente pas d'une manière notable le poids de la chaudière à laquelle on les adapte.

Les chaudières tubulaires présentent, au point de vue tout spécial des voitures automobiles, un grave défaut : elles renferment une grande masse d'eau à haute température. Cette masse d'eau, avantageuse au point de vue de la facilité de conduite de la chaudière, puisqu'elle fait *volant de chaleur*, devient très dangereuse en cas d'explosion. Sur les chemins de fer, où la surveillance des chaudières ne laisse rien à désirer, puisqu'elles sont conduites par un personnel très compétent et très exercé, le danger est presque nul; mais il n'en serait évidemment pas de même dans le cas des voitures automobiles. Nous pensons donc que, pour cette classe d'appareils, la chaudière *aqua-tubulaire* doit être préférée à la chaudière *igni-tubulaire* des locomotives.

Marcel Deprez,
Membre de l'Institut.

(A suivre.)

INFORMATIONS

Fixation des fils d'armature au collecteur des dynamos.

M. le professeur Weiler, à Esslingen, a proposé l'emploi d'un nouveau mode de fixation des conducteurs aux lamelles des collecteurs qui lui a valu une médaille de la Société industrielle de Mulhouse.

Dans ce système (fig. 1, 2 et 3), le segment est fendu sur une partie de sa longueur et les logements des fils sont percés dans le plan de la

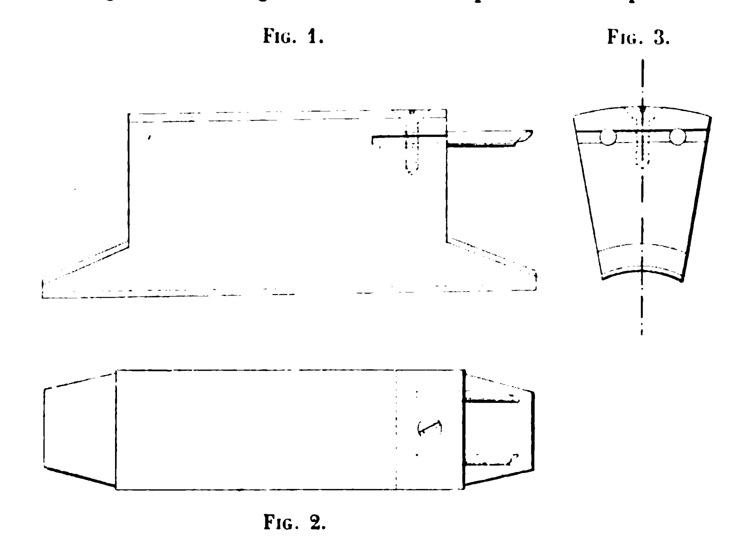


Fig. 1. Fig. 3.

Fig. 2.

fente; une vis tend à la rétrécir et vient ainsi pincer fortement les fils. Cette construction a l'avantage de donner une surface de contact relativement grande; elle permet de serrer la vis à fond, sans risquer de couper ou d'écraser les fils, et, par conséquent, la vis est moins sujette à se desserrer sous l'action de la force centrifuge; l'application de ce système ne demande pas plus de travail que beaucoup de ceux qui sont employés actuellement.

L'auteur propose également un système d'assemblage des lamelles formant le collecteur, par une juxtaposition qui permet d'enlever l'une quelconque d'entre elles, sans toucher aux autres (fig. 4); ce résultat est obtenu par le fait que chaque segment individuellement est maintenu en place à sa partie antérieure par une pièce métallique vissée sur l'arbre de la dynamo; l'une de ces pièces enlevée, il est facile de retirer la lamelle correspondante après avoir dévissé les

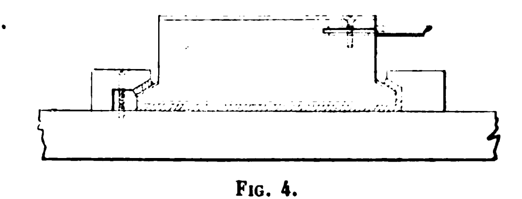


Fig. 4.

conducteurs; le segment est naturellement isolé de son tenon. Cette combinaison permet les réparations au collecteur ou au bobinage plus facilement qu'avec les systèmes actuels. La seule objection est que ce procédé ne semble pas présenter de grandes garanties de solidité ou d'isolation.

En adoptant cet assemblage, le procédé de fixation des conducteurs à des lamelles étroites, mais encore suffisamment épaisses s'applique encore : seulement la fente est tracée dans le sens de l'épaisseur de sorte que les deux fils se trouvent l'un sous l'autre. La vis est alors sur le côté de la lamelle en un endroit inaccessible, il est vrai, quand le collecteur est monté; mais avec le mode d'assemblage indiqué plus haut, on peut, en soulevant la lamelle, arriver jusqu'à la vis et libérer ainsi les fils. Si l'épaisseur du segment est encore moins forte, M. Weiler soude au segment, obliquement et en arrière, un prolongement ayant les dimensions nécessaires.

L'or dans l'État d'Orange.

D'après les théories de certains géologues, tels que M. Draper, l'affleurement sud de la série aurifère du Witwatersrand existerait, un peu au delà de la frontière du Transvaal, dans l'Etat libre d'Orange.

Aussi s'est-on occupé, dans le cours de l'année 1896, de la recherche des gîtes aurifères présumés. Malgré la multiplicité des lits de « banket » reconnus, les résultats n'ont pas été encourageants, car la richesse des gisements est jusqu'ici insuffisante pour justifier leur exploitation.

Les couches les plus importantes se trouvent dans le voisinage du Vaal. Deux gîtes principaux, connus localement sous les noms de « Veldschoen » et « Great Western », ont été prospectés jusqu'à maintenant. Le Veldschoen est une couche d'une puissance moyenne de 30 centimètres environ et qui plonge de 80° à l'ouest. Le Great Western, au contraire, plonge de 75° à l'est, et se compose d'une série de lits de grès et de conglomérats alternés, d'une épaisseur variant de 5 à 10 mètres. Ces reefs n'ont accusé, d'après les essais faits jusqu'à présent, qu'une teneur insuffisante; de plus, compris comme ils le sont, entre des intrusions de roches volcaniques, basalte en dessus, diabase en dessous, ils sont très disloqués, et ne peuvent être travaillés que sur des sections de faible longueur.

Il a été reconnu, en outre, que l'or se trouve fréquemment localisé dans le grès qui sépare les lits de conglomérats, mais, comme assez souvent ce sont, au contraire, ceux-ci qui possèdent, comme au Rand, une certaine richesse, il en résulterait la nécessité d'abattre toute la masse. Les parties les plus riches reconnnes ne donneraient guère plus de 5 à 6 dwts par tonne, et il semble en résulter que ces gîtes doivent être considérés actuellement comme inexploitables, étant donné surtout la cherté des transports et la rareté de la main-d'œuvre dans la région.

Il nous semble que ces découvertes, bien peu encourageantes, il est vrai, au point de vue pratique, peuvent être considérées jusqu'à un certain point comme la confirmation de l'existence d'un affleurement dans cette région. Le pendage, à l'ouest des gîtes de la Veldschoen, et l'inclinaison, à l'est, de ceux de la Great Western, ainsi que l'allure brisée de ces deux couches et la présence du basalte, démontrent qu'il y a eu, à l'endroit où se sont localisées les recherches, une intrusion très puissante de roches volcaniques. Ces « dykes » ont brisé et rejeté à droite et à gauche les dépôts sédimentaires antérieurs, dont le pendage normal devrait être vers le nord, pour venir se raccorder avec les stratifications du Rand.

On aurait donc, sans doute, eu tort de s'en tenir à ces premières recherches, et de nouveaux sondages pratiqués soit sur la rive droite, soit sur la rive gauche du Vaal, viendront peut-être rencontrer les couches de conglomérats aurifères dans leur position originelle, c'est-à-dire plongeant au nord, dont la découverte équivaudrait à celle d'un nouveau Witwatersrand.

F. S.

Transmission à vitesses variables, système Osgood.

La figure 1 ci-dessous, empruntée à l'*Iron Age*, représente un système de transmission à vitesses variables, en usage dans les ateliers de l'American Waltham Watch Cie, dû à M. E. C. Osgood. Il permet d'obtenir des variations de vitesses dans le rapport de 6 à 1, presque instantanément.

L'arbre moteur A porte un disque ou plateau D. De part et d'autre de ce disque se trouvent placés deux autres plateaux parallèles E, E' montés sur un second arbre B. Le plateau conducteur D transmet le mouvement aux plateaux conduits E et E' par l'intermédiaire de rouleaux à friction RR' inclinés de façon à ne pas tourner dans un

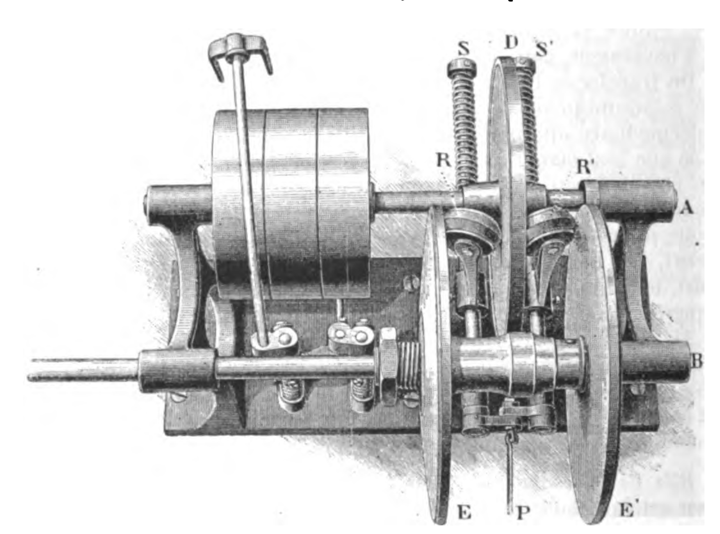


Fig. 1.

plan horizontal. La jante de ces rouleaux, au lieu d'être bombée ou droite, présente deux faces inclinées. La face supérieure est en contact avec le disque moteur, tandis que la face inférieure conduit les deux disques E et E'.

Cette disposition a pour but d'éviter les efforts de torsion qui se produisent quand les rouleaux intermédiaires possèdent une surface de jante unie et sont disposés horizontalement. La vitesse est réglée suivant la position de ces rouleaux. Quand on agit en P de façon à les abaisser et à tendre complètement les ressorts S et S', la vitesse atteint son maximum, et elle est minimum, au contraire, quand les rouleaux sont dans leur position la plus élevée, ainsi que le représente la figure.

Varia.

Nominations. — Sont nommés Ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées, les Ingénieurs ordinaires dont les noms suivent :

MM. Jozan; — Launay; — Soulié; — Dupin; — Biraben; — Getten; — Jégou d'Herbeline; — Harlé; — Sabouret; — Rabut; — Couvrat-Desvergnes; — Lefort; — Barbet.



SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 5 février 1897.

Présidence de M. Ed. LIPPMANN, Président.

M. A. BRANCHER fait une communication sur un *Aéroplane mû électriquement*.

M. A. Brancher présente un modèle au $^1/_{24}$ d'un système d'aéroplane imaginé par M. Ludwig, et décrit le mécanisme de l'appareil. Il annonce que des essais complets seront faits d'ici peu lorsque l'on aura appliqué à cet appareil un moteur léger à courant continu.

M. E.-L. SURCOUF développe ensuite sa communication sur une *Expédition française au Pôle Nord en ballon*.

M. Surcouf expose dans tous ses détails le projet d'exploration au Pôle Nord qu'il espère pouvoir mettre à exécution au printemps 1898, avec son associé, M. Godard.

Le ballon qui servira à cette expédition se composera de deux enveloppes de soie indépendantes, s'emboitant l'une dans l'autre, et il comportera un ballonnet à air d'un cube raisonné pour cette navigation spéciale. Ce ballon pourra contenir 10 847 mètres cubes d'hydrogène pur et sa force ascensionnelle sera de 12 000 kilogr. Le poids du matériel aérostatique sera de 4 550 kilogr. et l'équipage, composé de sept personnes, aura à sa disposition des vivres pour cent vingt jours, du matériel de campement, des appareils divers et un grand nombre d'accessoires.

L'expédition comporte deux problèmes :

1° L'étude du voyage au point de vue spécial aéronautique, c'est-à-dire la construction et l'agencement du véhicule permettant de rester en l'air pendant le temps probable de la traversée, en tenant compte de toutes les mauvaises chances, dont la principale est l'accalmie plus ou moins prolongée ou plus ou moins accentuée ;

2° L'étude des moyens permettant de relever avec une exactitude suffisante la route parcourue, le ou les points d'atterrissage et enfin, éventuellement, l'emplacement du pôle lui-même.

Le premier de ces problèmes, le plus facile pourtant à résoudre, en l'état actuel des progrès réalisés aujourd'hui dans la construction aérostatique, est le seul qui ait soulevé bon nombre d'objections dont les principales sont les suivantes :

Difficulté de tenir l'air pendant plusieurs semaines, programme non encore réalisé ;

Craintes de voir l'enveloppe d'un ballon se comporter d'une façon défectueuse sous des températures auxquelles nulle enveloppe de ballon n'a encore été soumise ;

Difficulté de se maintenir en l'air si la neige tombe en abondance ;

Difficulté de résister à des températures très basses, aussi bien pour le matériel que pour l'équipage ;

Probabilité de ne pas rencontrer le vent favorable pour revenir, en admettant qu'on le trouve pour aller, et chance de rencontrer peut-être, même au pôle, le calme plat.

M. Surcouf, après avoir établi, au moyen de la carte du pôle projetée, les distances à parcourir, répond à toutes ces objections en citant documents et expériences qui, d'après lui, détruisent toutes les craintes nées de l'intérêt même que l'on porte généralement à cette tentative.

Il démontre enfin que le ballon « France » pourra rester aisément plus de soixante jours en l'air, soit plus de quatre fois le temps probable de la traversée.

M. R. SOREAU a la parole pour sa communication sur un *Exposé du problème de la navigation aérienne par le moins lourd et par le plus lourd que l'air*.

M. Soreau commence par étudier le vol des oiseaux. Il analyse les battements de l'aile, montre leur mécanisme et donne la théorie du vol.

La suite de sa communication est reportée à la prochaine séance.

E. B.

Académie des Sciences.

Séance du 8 février 1897.

Physique du globe. — *Sur les fausses trombes.* Note de M. H. FAYE.

Depuis Franklin, dit M. Faye, les savants ont commis une méprise singulière : ce qu'ils ont pris pour des trombes ou des tornados ne sont que de fausses trombes dont on a fait la théorie d'ailleurs parfaitement correcte. Ces prétendues trombes n'ont aucun des caractères des véritables :

1° Elles ne tournent point ou n'ont qu'une gyration incertaine, tandis que les trombes ou tornados ont une giration effroyable qui détruit tout ce qu'elles touchent ;

2° Elles ne voyagent pas ou ne marchent que d'une manière incertaine, au gré du vent inférieur ; le moindre vent les détruit, tandis que les vraies vont avec les vitesses d'un train express ;

3° Elles sont ascendantes et aspirantes, tandis que les vraies descendent jusqu'au sol et n'aspirent rien ;

4° La source du mouvement, c'est-à-dire la chaleur du sol, a son foyer en bas, tandis que les vraies ont leur source de mouvement, qui n'est pas la chaleur, au moins directement, à près de 2 000 mètres d'altitude et bien au delà.

Chimie analytique. — *Sur le dosage du bitartrate de potasse dans les vins.* Note de M. Henri GAUTIER, présentée par M. H. Moissan.

Chimie appliquée. — *L'argon et l'azote dans le sang.* Note de MM. P. REGNARD et Th. SCHLŒSING fils, présentée par M. Duclaux.

Les expériences ont porté sur du sang de cheval ; on a extrait, par litre de sang traité :

Azote et argon	20cc 4
Argon	0cc 419

En vue de conséquences à tirer de ces chiffres, on a déterminé la solubilité de l'azote chimique provenant du protoxyde d'azote, et celle de l'argon pur dans l'eau distillée bouillie, dans le sérum et le sang de cheval, à la température du corps de l'animal, soit à 38°.

D'après les chiffres trouvés, on peut admettre que l'azote chimique et l'argon ont à peu près même solubilité dans le sang de cheval que dans l'eau, et qu'à 38° les deux liquides dissolvent, sous la pression de 760 millimètres, 25cc 5 d'argon et 11cc 5 d'azote.

Chimie agricole. — *La réduction des nitrates dans la terre arable.* Note de M. P.-P. DEHÉRAIN.

La note de M. Dehérain est relative à la réduction des nitrates par les bactéries du fumier de ferme. Quelques agronomes allemands pensent que, si le fumier n'exerce pas toujours une action fertilisante en rapport avec sa composition, c'est qu'il renferme des bactéries réductrices de nitrates, d'où l'on pourrait conclure qu'il y a lieu de détruire ces bactéries en traitant le fumier, avant son épandage, par l'acide sulfurique.

M. Dehérain repousse absolument cette conclusion, et établit que cette opération nécessite une dépense, non seulement excessive, mais encore inutile et même funeste. Inutile, car les bactéries dénitrifiantes n'exercent leur action qu'autant qu'elles arrivent en masses énormes, jamais employées. Funeste, car on ne conduirait plus alors dans les champs qu'un mélange de paille, de sulfate de potasse et de sulfate d'ammoniaque, qui ne convient qu'aux terres fortes. Il est sans effet sensible dans les terres légères et devient dangereux dans les terres calcaires.

Toutes les fois, au contraire, qu'on distribue le fumier à doses modérées, les nitrates, loin de disparaître du sol, augmentent par suite de la facile nitrification des sels ammoniacaux apportés par le fumier.

Minéralogie. — *Sur un appareil permettant de mesurer les indices de réfraction des minéraux des roches.* Note de M. Fred. WALLERANT, présentée par M. Fouqué.

Pétrographie. — *Sur le granit du Pelvoux.* Note de M. P. TERMIER, présentée par M. Michel Lévy.

Hygiène industrielle. — *De l'assainissement de l'industrie des allumettes.* Note de M. MAGITOT.

L'ensemble des recherches de M. Magitot a porté sur tous les points de la question : les causes des accidents, leur genèse, leurs formes diverses, l'empoisonnement général ou *phosphorisme*, l'accident local, *nécrose* ou mal chimique, et jusqu'à l'histoire de l'industrie, sa répartition dans les différents pays, la législation comparée qui régit la fabrication, etc.

La solution de l'assainissement de cette industrie est tout entière dans l'hygiène. Le phosphorisme disparaîtra par la ventilation forcée des ateliers. Quant à la nécrose, elle sera supprimée le jour où l'on aura exclu rigoureusement du personnel ouvrier tout individu porteur de la lésion préalable de la bouche qui, seule, peut déterminer l'apparition de cette nécrose, à savoir une carie dentaire.

Ventilation et *sélection ouvrière*, le problème de l'assainissement est tout entier dans ces deux termes.

Élection. — L'Académie procède, par voie de scrutin, à l'élection d'un membre de la Section de Mécanique, en remplacement de M. Resal, décédé. M. le général SEBERT est élu.

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

ÉLECTRICITÉ

Allumage des becs de gaz par l'électricité. — Depuis longtemps on cherche un système permettant d'allumer et d'éteindre simultanément et à distance un grand nombre de becs de gaz, mais jusqu'ici, les essais faits dans cet ordre d'idées n'avaient pas donné de résultats satisfaisants. *Le Journal des usines à gaz*, du 5 février 1897, décrit un système qui fonctionne depuis plusieurs mois à Aix-les-Bains, et qui permet d'allumer ou d'éteindre simultanément tous les becs de gaz d'un secteur donné, ou une partie de ces becs à une heure déterminée, et l'autre à une autre heure.

A cet effet, tous les becs sont munis d'un appareil électrique qui met en jeu un distributeur obturateur spécial. Le robinet actuel est supprimé et remplacé par une bille d'acier reposant par son poids sur un siège approprié. Le mouvement de cette bille, qui se déplace en hauteur pour ouvrir ou fermer l'arrivée du gaz, est obtenu à l'aide d'une petite pièce d'acier qui, par l'effet du courant électrique, peut être tantôt aimantée, tantôt à l'état neutre ; dans le premier cas le gaz est ouvert, dans le second il est fermé. Une dérivation du courant électrique porte à l'incandescence un fil fusible qui enflamme le gaz. Si ce système donnait véritablement tous les résultats que les essais en font espérer, il serait appelé à rendre de grands services en permettant de supprimer les veilleuses d'allumage, et d'allumer ou d'éteindre plusieurs becs avec un seul bouton de commande.

Tachymètre électrique. — Depuis longtemps on se préoccupe de mettre sous les yeux des commandants de navires un appareil qui leur indique, à tout instant, l'allure de leurs machines. Divers instruments ont déjà été imaginés dans ce but, mais, jusqu'ici, aucun d'eux ne remplissait toutes les conditions désirables. M. le lieutenant de vaisseau MOREAU décrit dans la *Revue maritime* de décembre 1896, un tachymètre électrique dû à M. Fayot, directeur des ateliers de la maison Breguet, et qui, après avoir été essayé sur le *Marceau* et le *Courbet*, est actuellement en cours d'installation sur le *Suchet*.

Cet appareil comporte un générateur d'électricité, mis en mouvement par l'arbre de la machine au moyen d'une chaine Gall, et un galvanomètre installé au poste de commandement, passerelle ou abri cuirassé. L'aiguille du galvanomètre se meut sur un cadran gradué en nombre de tours, de part et d'autre du zéro, pour la marche avant et la marche arrière. Dès que l'hélice se met en marche, l'aiguille se déplace et marque à tout instant le nombre de tours donnés par la machine. Pour arriver à ce résultat on a cherché à établir une certaine proportionnalité entre le nombre de tours de l'arbre moteur, ou de l'induit, et la force électro-motrice engendrée, et pour réaliser cette condition on a eu recours à un générateur magnéto-électrique.

MINES ET MÉTALLURGIE

Composition du grisou. — Les *Annales des Mines* du mois de janvier 1897 (t. XI, 1re livraison) contiennent une intéressante étude sur la composition du grisou par M. SCHLŒSING fils, Ingénieur des manufactures de l'État. L'auteur, dans des analyses minutieuses, a étudié non seulement la partie combustible du grisou, à laquelle on attache d'ordinaire une importance à peu près exclusive, mais aussi la partie incombustible, c'est-à-dire l'azote et l'argon qui s'y trouvent. M. Schlœsing a trouvé que, dans le plus grand nombre des cas, la partie combustible du grisou constituait simplement un méthane. Quelquefois



cependant elle comprenait un peu d'hydrocarbure étranger, par exemple de 2 à 4 °/₀ d'éthane. Quant à l'origine de l'argon, que l'on a toujours rencontré dans le grisou, ainsi que celle de la plus grande partie de l'azote, elle doit sans doute se trouver en dehors des matériaux de la houille. On sait, d'ailleurs, que divers chimistes ont signalé la présence de l'argon dans certaines eaux minérales.

Prix de revient des plaques de blindage. — Le numéro du 7 janvier 1897 de l'*Iron Age* contient une intéressante étude comparative sur les moyens d'action employés par les usines Carnegie et de Bethléem. Ces documents, empruntés aux rapports officiels du gouvernement des États-Unis, contiennent de précieuses indications relatives aux frais de premier établissement, aux capitaux engagés, aux dividendes payés, en un mot à tous les éléments permettant d'apprécier le prix de revient normal des plaques de blindage. Entre autres renseignements, on y trouve que, sur une commande de 1 400 tonnes faite par le gouvernement russe, la Compagnie de Béthléem aurait éprouvé une perte sèche de 175 000 francs. Cet aveu est intéressant à noter, en ce moment particulièrement, où le Ministère du Commerce Français s'efforce de se rendre compte de l'insuccès qu'éprouvent, depuis quelques années, nos industriels en Russie, à cause de la concurrence anglaise, allemande et américaine.

En présence de commandes importantes du gouvernement des États-Unis, les Compagnies de Béthléem et de Carnegie offrent la fourniture des plaques de blindage aux prix les plus réduits; et même la Compagnie Carnegie accepte d'avance des commandes à un prix *à déterminer par trois experts*.

TRAVAUX PUBLICS

Matériaux d'empierrement. — Les *Annales des Ponts et Chaussées* d'octobre 1896 contiennent une intéressante note de M. MOCQUERY, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, sur la « dimension à donner aux matériaux calcaires employés en rechargements généraux cylindrés ». On sait que ces matériaux sont « cassés à l'anneau de six », c'est-à-dire réduits en fragments assez petits pour pouvoir passer à travers un anneau de 0m 06 de diamètre. M. Mocquery fait remarquer qu'avec les rouleaux à vapeur, qui tendent d'ailleurs de plus en plus, et avec raison, à se substituer aux rouleaux à chevaux, ces matériaux sont souvent écrasés pendant le cylindrage et qu'il en résulte un déchet non négligeable. L'auteur démontre que cet écrasement n'a lieu que parce que les dimensions des matériaux sont trop faibles, et qu'on peut l'éviter en augmentant ces dimensions, par exemple en portant le diamètre maximum de 0m 06 à 0m 08. Le cassage des matériaux calcaires à l'anneau de 0m 08 se traduirait, d'après M. Mocquery, par une économie dans le prix du cassage et une diminution dans l'usure de la chaussée, déterminant une économie totale de 4 fr. 50 par mètre cube actuellement employé. Or, on cylindre annuellement 930 000 mètres cubes de matériaux, tant en France qu'en Algérie, sur les seules routes nationales, chiffre qui serait réduit par le nouveau système de cassage, mais serait encore d'environ 620 000, de sorte que l'économie réalisée sur les seules routes nationales pourrait être d'environ 2 800 000 francs.

DIVERS

Accroissement de la température en profondeur. — Nous avons donné dans le *Génie Civil* [1] les constatations faites assez récemment, au sondage de Paruschowitz (Silésie), qui est actuellement le puits le plus profond du monde (2 003m 34), sur l'accroissement de la température en profondeur. Les *Annales des Mines de Belgique*, tome II, 1re livraison, après avoir reproduit notre article, citent une note de M. Libert, parue dans les *Annales de la Société géologique de Belgique*, tome XX, dans laquelle l'auteur signale les constatations faites au puits Sainte-Henriette, qui a 1 150 mètres de profondeur.

D'après M. Libert, la loi d'accroissement de la température n'est pas uniforme, et il donne des exemples d'après lesquels cet accroissement aurait lieu d'une manière plus rapide au fur et à mesure que la profondeur augmente. Tandis que le degré géothermique serait, pour une profondeur inférieure à 500 ou 600 mètres, de 30 à 35 mètres, entre 600 et 1 200 mètres, ce degré serait de 23 à 24 mètres. Le sondage de Paruschowitz n'a pas confirmé cette manière de voir, mais elle n'en est pas moins fort rationnelle. Les constatations exactes de la température dans des sondages profonds sont d'ailleurs très difficiles.

[1] Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 6, p. 94.

Revue annuelle d'agronomie. — La *Revue générale des Sciences*, du 30 janvier 1897, contient une intéressante revue annuelle d'agronomie par M. DEHÉRAIN, membre de l'Institut. L'auteur, après avoir indiqué les différentes causes de l'abaissement du prix du blé, du vin et du sucre, dues à ce qu'il y a presque partout excès de production, fait remarquer que cet abaissement occasionne à la culture de sérieux préjudices. A son avis, il n'y a qu'une seule porte de salut : l'abaissement des prix de revient, qui ne peut être obtenu qu'en tirant profit de toutes les découvertes permettant de mettre plus habilement en œuvre les agents qui concourent à la production agricole. Il passe ensuite en revue les plus récentes études faites dans le domaine de la chimie en vue de la meilleure utilisation de ces agents.

Essai d'un révélateur. — A la séance de la *Société française de Photographie*, du 4 décembre 1896, M. le capitaine HOUDAILLE a présenté une intéressante communication sur une étude qu'il a faite du révélateur à l'hydroquinone et au carbonate de soude. D'après M. Houdaille, on peut prévoir à l'avance l'effet obtenu avec un cliché, si l'on a soin de doser exactement le révélateur et de suivre la règle indiquée par l'auteur, pour l'arrêt du développement. Même avec des poses variant de 1 à 20 il serait possible d'obtenir une série de négatifs de même intensité.

Ouvrages récemment parus.

Plomberie: *Eau, Assainissement, Gaz*, par J. DENFER, Professeur du cours d'Architecture et de Constructions civiles à l'École Centrale des Arts et Manufactures. — Un volume grand in-8° de 568 pages, avec 390 figures (*Encyclopédie des Travaux Publics*). — Baudry et Cie, éditeurs, Paris, 1897. — Prix : **20** francs.

Ce nouveau volume de l'Encyclopédie fondée par M. Lechalas est appelé à rendre de grands services à toutes les personnes s'occupant d'architecture et de constructions civiles. Dû à la plume d'un architecte distingué et qui a déjà donné à l'Encyclopédie plusieurs volumes très appréciés, cet ouvrage contient tout ce qu'il est utile de connaître pour aménager convenablement une construction au triple point de vue de son approvisionnement en eau potable, de son assainissement et de son éclairage au gaz. En outre de la description des divers appareils dont l'usage s'est le plus répandu, l'ouvrage de M. Denfer contient un grand nombre de tables et de renseignements pratiques qui ne se trouvaient jusqu'ici que disséminés dans diverses publications.

La première partie de ce volume traitant de la *Distribution des eaux dans les propriétés* comprend quatre chapitres. Le premier, relatif aux *tuyauteries*, donne la description des divers systèmes de tuyaux employés dans les canalisations d'eau et se termine par des tables donnant les dimensions des tuyaux qui se trouvent dans le commerce ainsi que dans les débits correspondant à une charge et à un diamètre donnés. Le deuxième chapitre contient la description des *appareils d'arrêt et de puisage*; le troisième, celle des *prises d'eau, pompes et compteurs*, ainsi que les réglements et les polices des concessions d'eau à Paris; enfin le quatrième chapitre traite des *canalisations* à l'intérieur des maisons et de l'emploi des *réservoirs d'eau*.

La deuxième partie, relative à *l'assainissement dans la maison*, comprend deux chapitres: l'un relatif aux *appareils utilisateurs d'eau et à leurs décharges* donne des détails très précieux sur l'installation des éviers, salles de bains, cabinets d'aisance, etc., tandis que le second ayant pour titre *canalisation des eaux résiduaires d'une propriété*, indique les dispositions à employer dans la pose des tuyaux d'évacuation, réservoirs de chasse, la construction des égouts privés et contient les réglements relatifs à la construction et à l'entretien des branchements particuliers d'égout à Paris.

Enfin la troisième partie se divise en trois chapitres : le premier, intitulé *gaz, canalisations et accessoires*, traite de la production et de la canalisation du gaz et contient les règlements administratifs concernant son emploi à Paris; le deuxième donne la description des *compteurs et régulateurs*, et le troisième, celle des *brûleurs et appareils* d'utilisation. Dans ce dernier chapitre se trouve la description des nouveaux systèmes d'éclairage, notamment celle des becs Auer et Denayrouse.

Procédés généraux de Forgeage dans l'Industrie, par C. CODRON, Ingénieur civil. — Un vol. de 560 pages, avec 390 figures dans le texte, 36 tableaux et 48 planches. — E. Bernard et Cie, éditeurs, Paris, 1897. — Prix : **25** francs.

L'art du forgeron s'est industrialisé parallèlement au développement général de l'outillage mécanique. Ses applications s'étendent du façonnage des objets les plus délicats à celui des plus colossales masses métalliques exigeant les outils les plus puissants qui existent dans les ateliers de construction.

Les procédés de mise en œuvre des métaux industriels, quoique paraissant indépendants, peuvent être coordonnés et divisés en deux classes, qui se distinguent nettement par le mode d'action des outils. Ce sont :

1° Les procédés qui modifient la forme, *sans enlèvement de matière ;*

2° Les procédés qui opèrent *par enlèvement de matière.*

La première classe comprend elle-même deux parties distinctes. Dans la première, qui fait l'objet du présent volume, l'auteur considère les procédés de forgeage à un point de vue général et les sépare d'après le genre d'action des outils : par pression, par traction, par flexion, par torsion, ou par plusieurs de ces actions combinées.

M. Codron indique les divers moyens de mise en œuvre des métaux à froid ou à chaud, par pression lente ou vive, et les applications telles que : la compression, le martelage, le pilonnage, le refoulage, l'étirage, l'étampage, le matriçage, le rivetage, le soudage, le cisaillage, le sciage.

Les divers modes de laminage intermittent ou continu forment un chapitre étendu, de même que l'étirage au *mandrin-filière*, qui a pris une si grande importance en ces dernières années.

Puis viennent les opérations de courbage, de ployage, de cintrage, d'emboutissage, etc.

Cette première partie constitue un véritable cours où les professeurs et les élèves des écoles techniques trouveront des aperçus nouveaux sur la plupart des questions traitées et dont quelques-unes n'avaient pas encore été exposées. Telles sont : la compression centrifuge, la puissance relative du marteau et de la presse, l'étirage au mandrin, le cintrage, le filetage à chaud, etc. On y trouve également quelques données nouvelles sur le laminage longitudinal, transversal et hélicoïdal.

Recueil de procédés de dosage *pour l'analyse des combustibles, des minerais de fer, des fontes, des aciers et des fers*, par G. ARTH, professeur de chimie industrielle à la Faculté des Sciences de Nancy. — 1 vol. in-8° carré de 313 pages, avec 61 figures et 1 planche hors texte. — Georges Carré et C. Naud, éditeurs, Paris, 1897. — Prix : **8** francs.

L'ouvrage de M. Arth est un véritable recueil des procédés de dosage en usage dans nos principaux établissements et d'autres méthodes qu'il peut être utile de connaître pour avoir une idée générale de cette branche de l'analyse appliquée. On y trouvera, en même temps, l'indication des ustensiles spéciaux usités pour certains dosages, avec des détails suffisants pour faciliter l'exécution des analyses, sans qu'il soit nécessaire de recourir aux mémoires originaux. Enfin, chaque fois que la chose a été possible, l'auteur a joint à l'exposé des méthodes une appréciation des résultats qu'elles peuvent fournir, en se fondant sur son expérience personnelle ou d'après les renseignements qu'il a pu se procurer.

La première partie est consacrée aux essais et analyses des *combustibles :* prise de l'échantillon, poids spécifique, humidité, cendres, dosage des différents éléments, pouvoir calorifique, etc.

Dans la deuxième partie, l'auteur traite de même les essais et analyses des *minerais de fer*.

Enfin, la troisième partie est entièrement consacrée à l'analyse des *produits métalliques, fers, fontes et aciers :* dosage du carbone, du silicium, du phosphore, du soufre, de l'arsenic, du manganèse, de l'aluminium, du nickel, du cuivre, du titane, du tungstène, analyse des métaux chromés, dosage des scories, analyse des laitiers, etc.

Le Génie Civil publie une analyse de tous les ouvrages techniques dont on lui fait parvenir deux exemplaires.

Le Gérant : **H. AVOIRON.**

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 17. N° 768. Samedi 27 Février 1897.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Exposition de 1900** : Les nouveaux palais des Champs-Élysées. Projets définitifs (*planche XVII*), p. 257. — **Électricité** : Transmission de la puissance motrice à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer (*suite*), p. 259; G. Dumont et G. Baignères. — **Automobiles** : Comparaison entre les divers moyens d'obtenir la force motrice nécessaire à la propulsion des automobiles (*suite*), p. 262; Marcel Deprez. — **Résistance des matériaux** : Causes d'explosion des bouteilles à gaz comprimés ou liquéfiés, p. 263; Ernest Hubou. — **Études économiques** : Le progrès des industries textiles aux États-Unis (*suite et fin*), p. 267; E. Levasseur. — **Hydraulique** : Captages d'eau de Quimper, p. 268. — **Correspondance** : La production de l'Or en Russie, en 1895, p. 269; R. de Batz. — **Informations** : Nouvelle méthode de M. Marcel Deprez pour la recherche des défauts dans une armature, p. 269. — Télégraphie sans fils, p. 270. — Fonçage des puits au Witwatersrand, p. 270. — Varia, p. 270. — *Nécrologie* : Adolphe Japy, p. 270.
Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences, séance du 15 février 1897, p. 271.
Bibliographie. — Revue des principales publications techniques, p. 271. — Ouvrages récemment parus, p. 272.

Planche XVII : Les nouveaux palais des Champs-Élysées. Projets définitifs.

EXPOSITION DE 1900

LES NOUVEAUX PALAIS DES CHAMPS-ÉLYSÉES

Projets définitifs.

(*Planche XVII.*)

M. H. Boucher, ministre du Commerce et de l'Industrie, vient d'approuver le projet définitif des nouveaux palais des Beaux-Arts, aux Champs-Élysées, destinés, comme on sait, à remplacer le Palais de l'Industrie et le Pavillon de la Ville de Paris. Nous avons donné, dans le *Génie Civil* [1], les résultats du concours ouvert, en juillet 1896, entre les architectes français, pour l'élaboration des projets relatifs à ces deux édifices et l'on se souvient que, parmi les œuvres récompensées figuraient un certain nombre de conceptions originales et intéressantes. Toutefois, du moins en ce qui concerne le Grand Palais, aucune d'elles n'avait été jugée assez parfaite pour s'imposer à l'exclusion de toute autre et le jury avait été d'avis que la solution définitive devait être recherchée en mettant à profit les meilleures idées exprimées dans les projets primés.

A cet effet, l'élaboration du projet définitif et la construction du Grand Palais, au lieu d'être confiées à un seul artiste, ont été attribuées à une sorte de commission composée des quatre architectes ayant obtenu les quatre premières primes. Le président de cette commission, ou plutôt l'architecte en chef du monument, est M. Ch. Girault, le seul des concurrents qui ait vu ses deux projets (Grand et Petit Palais) primés au concours. Ses trois collaborateurs sont MM. Louvet, Deglane et Thomas qui avaient obtenu les trois premières primes pour leurs projets relatifs au Grand Palais.

Quant au Petit Palais, pour lequel M. Girault avait remporté la première prime, on sait que le jury l'avait jugé assez parfait pour être exécuté tel quel ou tout au moins sans modifications importantes. C'est donc M. Girault qui a été chargé, et cette fois lui seul, de la construction de cet édifice.



Fig. 1. — Exposition de 1900 : Vue perspective de la façade du Grand Palais des Beaux-Arts projeté aux Champs-Élysées.

Nous allons voir comment les quatre architectes dont nous venons de parler se sont acquittés de la tâche qui leur avait été confiée; mais auparavant, il nous paraît utile de rappeler succinctement le programme auquel les nouvelles constructions doivent satisfaire.

Ainsi que l'indique le plan général (fig. 2 du texte), les deux palais seront placés en face l'un de l'autre et en bordure de la nouvelle avenue qui doit se trouver dans le prolongement du pont Alexandre III et de l'axe de l'esplanade des Invalides. Le *Grand Palais des Beaux-Arts* est destiné à remplacer le Palais de l'Industrie; pendant l'Expo-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 12, p. 187; n° 13, p. 200; n° 14, p. 218; n° 15, p. 231; n° 16, p. 241.

sition de 1900 il recevra l'exposition centennale et l'exposition contemporaine des beaux-arts, ainsi que l'enseignement artistique, tandis qu'après 1900, il devra pouvoir servir aux concours agricoles et hippiques, à diverses expositions, fêtes, etc., et être spécialement affecté aux salons annuels de peinture et de sculpture. Le *Petit Palais des Beaux-Arts*, plus particulièrement destiné à remplacer le Pavillon de la Ville de Paris, recevra pendant l'année 1900 l'exposition rétrospective de l'art français; puis il sera approprié pour servir de musée

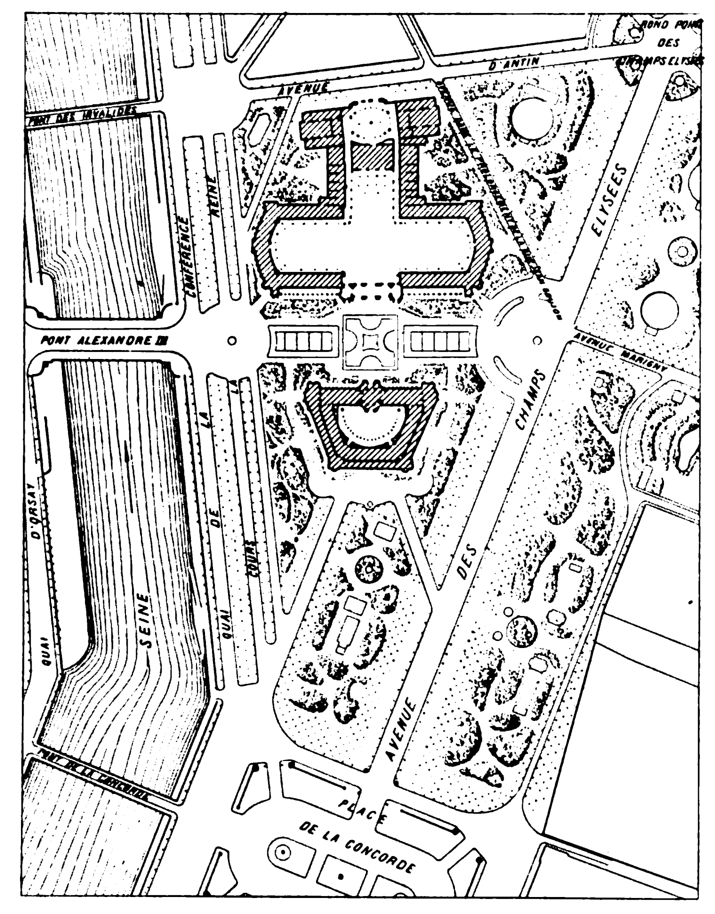


Fig. 2. — Exposition de 1900 : Plan de situation des deux Palais projetés aux Champs-Élysées.

des œuvres d'art, avec installations pour expositions temporaires et concours. Il contiendra, d'ailleurs, de même que le Grand Palais, des emplacements spéciaux pour services généraux et logement du personnel.

Grand Palais des Beaux-Arts. — Ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer au moment du concours (1), la forme de poutre à double T, à semelles inégales, assignée à l'emplacement de cet édifice, ne se prête pas, autant qu'on pourrait le désirer, à un aménagement rationnel. On sait que cette forme, que M. Pascal, membre de l'Institut, rapporteur du jury du concours de 1896, n'hésite pas à qualifier de bizarre, a été déterminée sous la préoccupation de laisser debout le plus grand nombre possible des arbres qui ornent les Champs-Élysées. Nos arrière-petits-neveux auront de la peine à comprendre que, pour ménager quelques arbres dont la vie est éphémère, nous nous soyons imposé une pareille contrainte dans le choix de l'emplacement d'un édifice d'une telle importance. Aussi ne peut-on s'empêcher de regretter que la crainte de froisser des sentiments respectables, mais un peu trop exclusifs, semble-t-il, n'ait pas permis de laisser libre carrière à l'imagination des artistes chargés d'édifier un monument qui ne doit pas simplement abriter une partie de l'Exposition de 1900, mais perpétuer dans les générations futures, notre idéal actuel en architecture.

Cette réserve faite, il faut reconnaître que les architectes chargés du nouveau palais, ont su tirer un excellent parti de l'emplacement qui leur a été désigné. La forme en T a permis d'ouvrir une large perspective, dès l'entrée du monument placée au milieu de la façade principale; elle fait bien ressortir l'effet de la grande nef et évite l'impression que ressent le spectateur au Palais de l'Industrie, en trouvant immédiatement sa vue bornée par un mur.

Cette nef en forme de T, qui existait dans les deux premiers projets primés, avait séduit le jury, et son rapporteur en avait instamment recommandé l'adoption aux artistes chargés de l'exécution du monument. C'est donc cette idée générale qui a guidé M. Girault et ses collaborateurs. Toutefois, si ce sont bien les plans de M. Louvet et de MM. Deglane et Binet, qui ont fourni l'idée générale, le plan du projet définitif en diffère notablement dans les détails et surtout dans la partie du monument située du côté de l'avenue d'Antin. Nos lecteurs pourront apprécier les modifications adoptées en se reportant aux plans des artistes dont nous venons de parler, qui ont été reproduits dans le *Génie Civil* au moment où nous avons rendu compte du concours (1). Nous nous bornerons ici à donner une rapide description du plan définitivement adopté.

Plans du rez-de-chaussée et du premier étage. — Dans le premier et principal corps de bâtiment, celui qui est en bordure de la nouvelle avenue, se trouvera une grande nef rappelant celle du Palais de l'Industrie, dont l'heureuse disposition a pu être appréciée lors des diverses expositions qui y ont eu lieu.

Perpendiculairement à cette nef, en face le porche d'entrée (fig. 3, pl. XVII), s'en trouvera une autre de moindres dimensions conduisant à un vaste hall légèrement elliptique, placé au centre du corps de bâtiment situé en bordure de l'avenue d'Antin et éclairé par une verrière en forme de dôme. Tout autour de ces deux nefs, ou pour mieux dire des trois nefs distinctes qui se détachent de leur point de croisement, se trouveront des galeries d'exposition qui entoureront également le hall de l'avenue d'Antin. Au premier étage, on a, de même, ménagé des galeries d'exposition autour des nefs, mais, tandis que celles du rez-de-chaussée seront éclairées par de larges baies pratiquées dans les façades, les galeries supérieures prendront jour par leur plafond. De plus, au premier étage, dans le corps de bâtiment central, on a ménagé (fig. 4, pl. XVII) un grand salon pouvant servir de salle de conférence ou de concert.

On s'est attaché à laisser dans la grande nef une piste aussi vaste que celle dont dispose actuellement le concours hippique au Palais de l'Industrie. Au premier étage, des galeries et des salles de dimensions diverses, des salons de repos, des promenoirs formant balcon sur la nef, sont aménagés pour les Salons annuels, et les dispositions adoptées ont permis d'augmenter dans une assez grande proportion la surface disponible pour les expositions. Du reste, toutes les galeries du rez-de-chaussée sont elles-mêmes utilisables pour des expositions, grâce à leur éclairage latéral.

On accédera du rez-de-chaussée au premier étage par sept vastes escaliers situés, un de chaque côté du porche de l'extrémité principale, un à chacun des extrémités des trois nefs, et un de chaque côté du hall de l'avenue d'Antin. De plus, un certain nombre d'ascenseurs faciliteront les communications entre le rez-de-chaussée et le premier étage.

La voûte formée par l'escalier placé à l'extrémité de la nef centrale aura, sans doute, pour effet de dissimuler pour les visiteurs le défaut de parallélisme des deux corps de bâtiments principaux.

Le soubassement de la colonnade de la façade principale a été aménagé comme dépôt de matériel. Enfin, des écuries destinées aux chevaux du concours hippique ont été prévues du côté de l'avenue d'Antin.

Façade principale. — La façade principale du Grand Palais des Beaux-Arts, sur la nouvelle avenue, se compose d'un vaste porche à trois arcades, donnant accès à la nef centrale et flanqué, à droite et à gauche, d'une colonnade formant portique. Le triple porche d'entrée se trouvait déjà dans les projets de concours de M. Girault et de M. Tropey-Bailly, tandis que la colonnade est inspirée à la fois des projets de M. Thomas, de MM. Deglane et Binet, et de M. Tropey-Bailly. C'est peut-être la façade de ce dernier projet (2), qui avait obtenu au concours la cinquième prime, qui offrait un aspect général se rapprochant le plus de la façade définitivement adoptée. Toutefois, dans le projet de M. Tropey-Bailly, la verrière de la grande nef présentait une saillie dont l'effet n'était pas très heureux, tandis que dans le projet définitif, cette verrière est habilement et presque entièrement dissimulée par une haute corniche ouvragée, placée au-dessus de la colonnade.

On s'est attaché à abaisser autant que possible près du sol la base de cette colonnade qui, dans presque tous les projets, était à une assez grande hauteur, ce qui aurait forcé à édifier des soubassements d'aspect peu décoratif. De plus, il faut remarquer que, malgré la grande largeur de la nouvelle avenue, le recul dont on disposera sera moindre que celui que l'on a pour contempler la colonnade du Louvre, située sur une assez grande place. Enfin le voisinage des deux beaux palais construits par Gabriel, sur la place de la Concorde, dont les colonnades ne partent que du premier étage, a fait écarter tout ce qui aurait pu ressembler à un pastiche. Pour ces diverses raisons, la colonnade adoptée pour le nouveau palais prend naissance à environ 2 mètres seulement au-dessus de la chaussée de la nouvelle avenue.

Entre la colonnade et le mur percé de baies qui ferme la grande nef, se trouve une galerie-promenoir (fig. 3, pl. XVII) d'où l'on jouira d'un beau coup d'œil sur la nouvelle avenue et sur le Petit Palais, grâce à la surélévation de cette galerie au-dessus du sol. Les galeries

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 12, p. 188.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 13, p. 200, et n° 15, p. 232.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 15, p. 234.

d'exposition qui contournent la grande nef au rez-de-chaussée sont aussi placées un peu au-dessus du sol de la piste, ce qui sera apprécié, notamment par les amateurs de concours hippiques.

Parmi les raisons qui ont fait adopter un triple portique pour l'entrée de la façade principale du Grand Palais, il faut citer la préoccupation d'assurer à cette façade un caractère nettement différent de celui de la façade du Petit Palais qui se trouvera juste en face. Or, ce dernier édifice doit être exécuté tel que l'a conçu M. Girault, c'est-à-dire avec un portique unique d'un aspect très monumental malgré la légèreté et la grâce du reste de l'édifice. Pour obtenir un effet satisfaisant avec un seul portique pour le Grand Palais il eût fallu donner à ce portique de grandes dimensions; le Petit Palais aurait été écrasé par ce voisinage et le dôme surmontant cet immense porche n'aurait sans doute pas été d'un heureux effet dans la perspective de celui des Invalides. On s'est attaché à maintenir l'édifice à une hauteur des plus modestes relativement à ses vastes proportions et il est sensiblement moins élevé que le Palais de l'Industrie.

En définitive, les plans arrêtés paraissent satisfaire aux diverses critiques qui s'étaient manifestées au moment du concours pour le choix d'un projet et, en particulier, à celles exprimées, au nom du jury, dans le rapport de M. Pascal [1]. La destination définitive du monument a fait écarter tout ce qui pouvait avoir un caractère de festival et de provisoire trop en rapport avec la fête internationale à laquelle, cependant, le nouveau palais devra son édification. Les façades présenteront, sans doute, l'aspect tout à la fois sévère et artistique qui convient à un édifice du genre dont il s'agit et cadre merveilleux dans lequel il se trouvera placé.

On a commencé, la semaine dernière, la démolition du Palais de l'Industrie, et il est probable que le premier coup de pioche des travaux du nouveau palais va être donné incessamment, car l'adjudication de ses fondations est annoncée pour le 16 mars prochain. On ne dispose donc, exactement, que de trois ans pour mener à bonne fin une œuvre aussi considérable et dans laquelle on veut exclure, à tout prix, tout ce qui pourrait trahir la hâte avec laquelle elle a été élaborée ou altérer le caractère de permanence de l'ouvrage. Rappelons, pour mieux faire comprendre l'importance et la nature des travaux à exécuter, que la somme réservée pour l'exécution de cet édifice est de 16 millions. Une très faible partie de cette somme sera absorbée par les fondations car, malgré leur grand développement, le montant de leur adjudication n'est fixé qu'à 550 000 francs. La presque totalité de la dépense prévue sera donc employée en travaux apparents, et l'on conçoit les nombreux motifs de décoration de toute sorte que fournira un bâtiment dont la façade principale a 235 mètres de longueur, la façade postérieure 150 mètres et dont la profondeur moyenne atteint 195 mètres.

Malgré la difficulté de la tâche, tout porte à croire que l'habileté et l'activité de M. Girault et de ses collaborateurs sauront en venir à bout et nous donneront un monument qui représentera bien la plus haute expression de l'art français à la fin du XIX[e] siècle, malgré la rapidité avec laquelle il aura été improvisé et les circonstances fâcheuses qui ont influé sur la détermination de son plan.

Dans un prochain article, nous étudierons le projet définitif du Petit Palais.

(A suivre.) A. D.

ÉLECTRICITÉ

TRANSMISSION DE LA PUISSANCE MOTRICE à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer.

(Suite [2].)

Modes de prises de courant applicables a un chariot a niveau sans fosse. — Les chariots à niveau sans fosse peuvent être reliés à la canalisation générale de plusieurs façons.

On peut, en effet, placer les conducteurs en l'air, au niveau du sol ou dans un caniveau ouvert ou fermé.

Les figures 1 à 4 indiquent les dispositions applicables dans ces différents cas.

Conducteurs au niveau du sol. — S'il est impossible de placer des poteaux dans les entre-voies, les conducteurs peuvent être fixés contre un support isolant boulonné sur l'âme d'un des rails de roulement du chariot, ainsi que l'indique la figure 1 (croquis 1); ces conducteurs sont abrités contre la pluie et les contacts accidentels par des tôles fixées au rail et à la longrine qui le supporte.

La prise de courant doit se faire alors par la friction latérale d'une étoile à plusieurs bras dont chacun porte un balai. Chaque bras en rencontrant un rail transversal est chassé et le balai suivant établit en avant un nouveau contact. Ce dispositif, nécessaire pour que la prise de courant soit continue, est une complication.

Un encliquetage à ressort doit maintenir l'étoile dans chacune de ses positions d'arrêt, et le même effet se produira dans les deux sens de marche.

Fig. 1. — Demi-coupe perpendiculairement à la voie du chariot.

Fig. 2. — Coupe parallèlement à la voie du chariot.

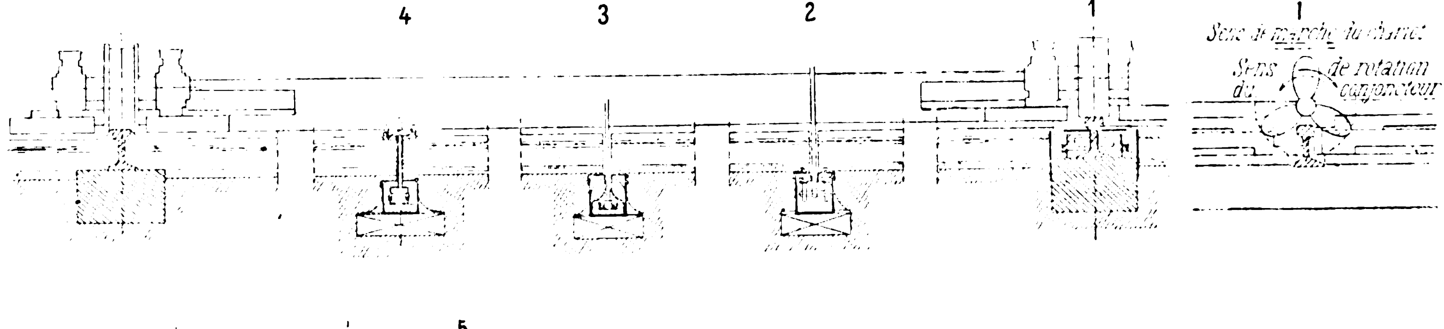


Fig. 3.

Fig. 4.

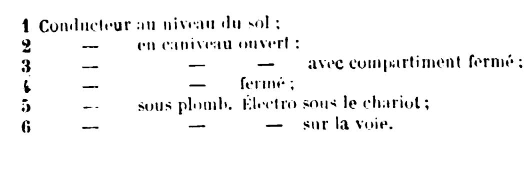


Fig. 1 à 4. — Modes de prise de courant applicables à un chariot à niveau, sans fosse.

1 Conducteur au niveau du sol ;
2 — en caniveau ouvert ;
3 — — — avec compartiment fermé ;
4 — — fermé ;
5 — sous plomb. Électro sous le chariot ;
6 — — — sur la voie.

Conducteurs aériens. — Le moyen le plus simple consiste à soutenir les câbles conducteurs à l'aide de fils d'acier transversaux fixés à deux rangées de poteaux placés en dehors des aiguilles du chariot et dans les entre-voies.

La course du chariot étant rectiligne, il suffit de placer les trolleys à l'extrémité d'une perche verticale de position invariable. Des ressorts disposés sous les trolleys assurent le contact avec les conducteurs et permettent au système de se déplacer légèrement dans tous les sens.

Conducteurs en caniveau ouvert. — Si l'on craint les détériorations ou le danger d'un contact pour le personnel, les conducteurs peuvent être placés dans un caniveau ouvert noyé dans le ballast. Ce dispositif présente l'inconvénient de nécessiter la coupure des rails pour le passage du support des trolleys.

Le système indiqué en 2 sur la figure 1 représente un modèle de caniveau en fonte symétrique avec pattes d'appui. Chaque conducteur est fixé à la partie intérieure d'une pièce de bois paraffinée vissée elle-même sur les nervures qui supportent le couvercle formé de deux fers en U renversés.

Ces fers, maintenus en place à l'aide de goupilles enfoncées dans les

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 14, p. 218; n° 15, p. 231 et n° 16, p. 251.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 9, p. 132; n° 10, p. 149; n° 11, p. 162; n° 12, p. 181; n° 13, p. 196; n° 14, p. 211; n° 15, p. 220; n° 16, p. 245.

oreilles du caniveau et sectionnés par longueurs de 1 mètre par exemple, peuvent être enlevés rapidement pour la visite du caniveau.

Caniveau ouvert avec compartiment fermé. — On a proposé des modèles de caniveau ouvert avec compartiment intérieur en bois fermé par deux lames élastiques qui s'ouvrent seulement au moment du passage de la tige des trolleys. Cette disposition est indiquée sur la figure 1 (croquis 3).

Les deux lames, qui peuvent être en métal mince ou en cuir, s'entr'ouvrent au bout d'un certain temps et le prix d'établissement de ce système est assez élevé pour que son emploi ne se soit pas généralisé.

Conducteurs en caniveau fermé. — Si les voies desservies par le chariot ne doivent pas présenter de solutions de continuité et si on a à craindre des pertes par l'humidité, on pourra placer les conducteurs dans un caniveau fermé et établir les connexions mécaniquement au moment du passage du chariot.

Le dispositif (fig. 1, croquis 4), indique sommairement une des dispositions qui pourraient être adoptées. De distance en distance sont placées des tiges avec ressort à boudin qui par leur abaissement établissent les connexions. Pour assurer la continuité il faut, évidemment, que lorsqu'un contact est sur le point de cesser un autre s'établisse.

Le caniveau restera parfaitement étanche, mais le coût d'une pareille installation sera assez élevé ; d'un autre côté les tiges en saillie constituent autant d'obstacles dangereux pour les agents, et leur abaissement inopiné pourrait provoquer des commotions.

Systèmes à attraction magnétique. — Enfin, dans les systèmes à attraction magnétique qu'indiquent les figures 3 et 4, le contact momentané entre le moteur du chariot et le câble distributeur est établi par les armatures d'un électro-aimant.

La figure 3 donne la disposition schématique d'un système dans lequel un électro-aimant fixé sous le chariot mobile attire successivement des petits volets mobiles, reliés à leur point d'articulation avec la canalisation générale. Ces volets viennent s'appuyer contre les différentes sections d'un conducteur discontinu placé à la partie supérieure du caniveau et sur lequel frottent des balais reliés eux-mêmes au moteur du véhicule. Les volets retombent après le passage de l'électro.

Le second système, représenté figure 4, consiste à placer dans l'entrevoie, de cinq mètres en cinq mètres, des boîtes contenant chacune un électro-aimant vertical à plongeur.

Le chariot porte une barre collectrice d'une longueur supérieure à cinq mètres.

Quand cette barre, mise en relation avec la canalisation générale par l'électro précédent, atteint une boîte, une dérivation du courant est envoyée dans l'électro correspondant qui attire son noyau mobile et l'amène en contact avec le plot sur lequel frotte la barre collectrice qui se trouve ainsi reliée avec la canalisation générale.

Ces deux systèmes ne sont guère à recommander, en raison même des nombreux ratés qui peuvent se produire, soit par suite de mauvais contacts, soit par la mise hors service des bobines des électros.

Système Claret-Vuilleumier. — Ce système extrêmement intéressant a été appliqué tout récemment au tramway électrique allant de la place de la République à Romainville [1]. Il se compose essentiellement de prises de courant placées de distance en distance et reliées à un appareil distributeur qui envoie successivement le courant d'une façon automatique et d'après la marche même du véhicule, dans les tronçons de rails couverts par ce véhicule. Ce système, qui offre toutes garanties au point de vue de la sécurité, serait évidemment applicable à un chariot transbordeur électrique.

Appareils de manœuvre. — Les appareils de manœuvre du chariot électrique comprennent :

Un levier « embrayage » pour la traction et la « translation » ;

Un levier « verrou » pour l'arrêt et la marche ;

Un « inverseur » pour le changement de marche avant ou arrière, ou pour le déroulement ou l'enroulement du câble de traction.

Il est facile, si on veut éviter toute fausse manœuvre, de réaliser un enclenchement tel que le verrou calé (arrêt) ne permette que la traction et que le verrou décalé (marche) permette seulement la translation.

Un tableau placé devant le mécanicien porterait deux fusibles, un interrupteur, un indicateur de courant et facultativement un voltmètre. Ce tableau peut être complété par les fusibles et les interrupteurs du circuit des lampes de la cabine.

Chariot transbordeur électrique sans fosse de Madrid, Atocha. — Le chariot électrique se compose d'un châssis métallique reposant sur la voie transversale du transbordeur par huit roues, dont quatre sont calées sur deux essieux moteurs (fig. 5 et 6). Ce chariot moteur est attelé au moyen de deux bielles au chariot transbordeur ordinaire.

L'électro moteur, qui est de 12 chevaux, marche au potentiel de 112 volts. Un trolley à quatre prises de courant sert à distribuer l'énergie, d'une part à l'électromoteur, d'autre part aux lampes à incandescence. Il y a donc quatre câbles d'amenée du courant, deux pour le moteur, deux pour l'éclairage.

Un inverseur avec rhéostat permet la marche dans les deux sens.

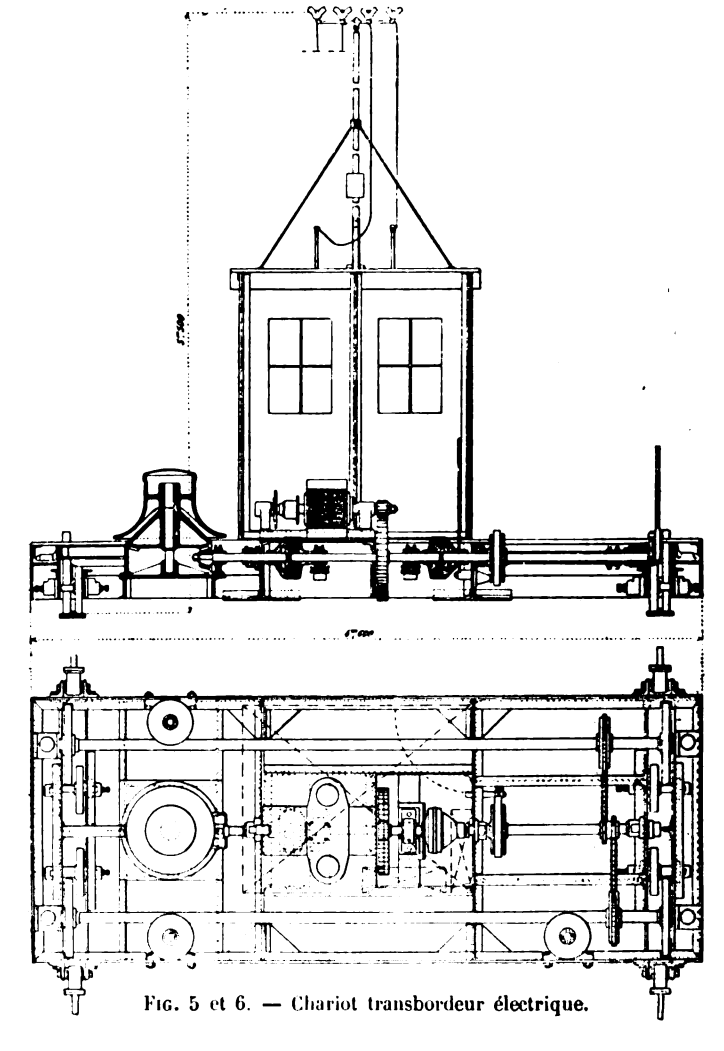


Fig. 5 et 6. — Chariot transbordeur électrique.

L'arbre principal attaqué par la dynamo peut, au moyen de deux embrayages électro-magnétiques de Bovet, actionner :

a) Par roues dentées et chaînes Galle, les deux essieux moteurs pour le mouvement de translation ;

b) Par engrenage conique, un cabestan. La vitesse de translation du chariot est de 1m40 par seconde et celle du cabestan est de 1m10 à la plus petite périphérie.

Suivant que le chariot est déchargé ou chargé, il faut environ 100 à 125 ampères au démarrage et 30 à 60 ampères en marche sous une tension de 110 volts.

La partie électro-mécanique a été étudiée et réalisée par la maison Hillairet-Huguet de Paris.

Chariot transbordeur électrique sans fosse des Chemins de fer de l'État. — Une dynamo A (fig. 7 à 9), d'une puissance de 3 044 watts à la vitesse de 900 tours, transmet le mouvement par pignon et roue dentée à un arbre horizontal sur lequel est fixé un embrayage permettant d'actionner soit le treuil E destiné au halage des wagons, soit, par l'intermédiaire d'une chaîne Galle, les pignons G' qui attaquent par roues dentées intérieurement les deux galets moteurs G du chariot transbordeur.

Le courant produit par une dynamo génératrice installée à la station centrale de l'atelier des voitures est amené à la dynamo par deux fils conducteurs et à des trolleys à frotteur.

La tension normale de distribution est de 110 volts.

Les balais en charbon de la réceptrice sont placés normalement aux collecteurs et, pour obtenir le changement de marche du chariot, il suffit de renverser le sens du courant dans l'induit au moyen de l'inverseur B qui sert en même temps de rhéostat pour régler la vitesse de la dynamo A et par suite celle du chariot.

La vitesse de translation à vide est de 34 mètres par minute et, avec une charge de 15 tonnes, elle est de 27 mètres.

La vitesse de traction par câble pour amener les voitures sur le chariot atteint 75 mètres par minute.

C'est aux Anciens Établissements Cail que l'administration des Chemins de fer de l'État a confié l'exécution de la partie électro-mécanique des cinq chariots transbordeurs dont ont été pourvus les ateliers de voitures de Saintes.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 19, p. 289.



La dépense d'installation par transbordeur peut être évaluée comme suit :

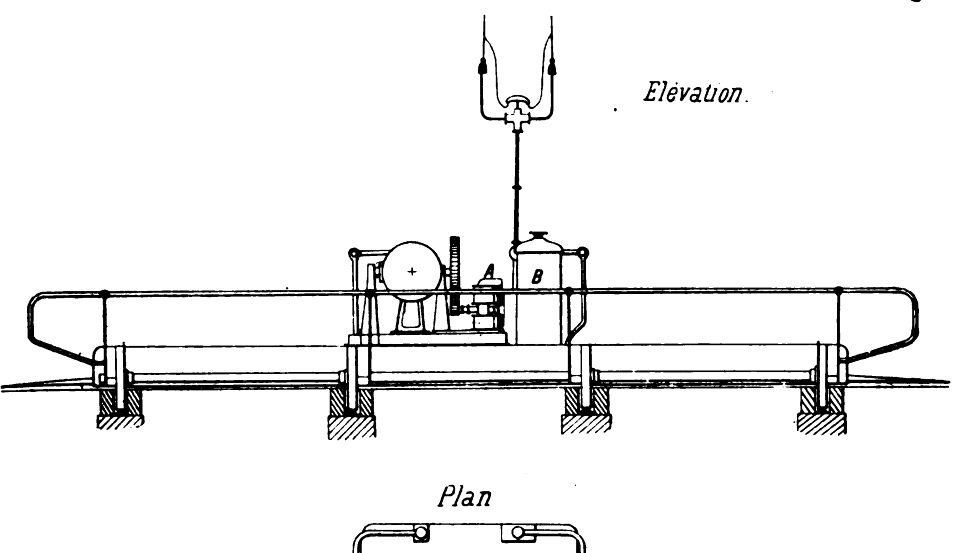
Ligne desservant le transbordeur	Fr.	500
Appareils raccordant cette ligne au tableau		300
Agencements électriques et mécaniques complets du transbordeur		3.500
Total	Fr.	4.300

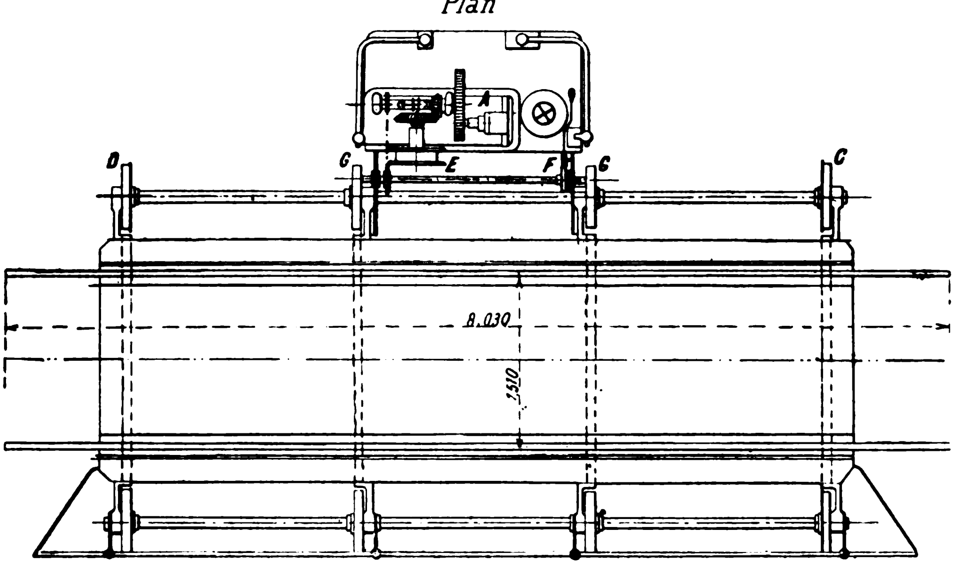
Cabestans électriques de la Compagnie du Chemin de fer du Nord. — La Compagnie du Chemin de fer du Nord utilise trois types de cabestans électriques pour les manœuvres des gares :

1° Le cabestan avec poupée de halage ;

2° Le cabestan à action directe pour plaque ou pont tournant ;

3° Le cabestan à quadruple effet pouvant actionner une, deux ou trois plaques, et avec poupée de halage.





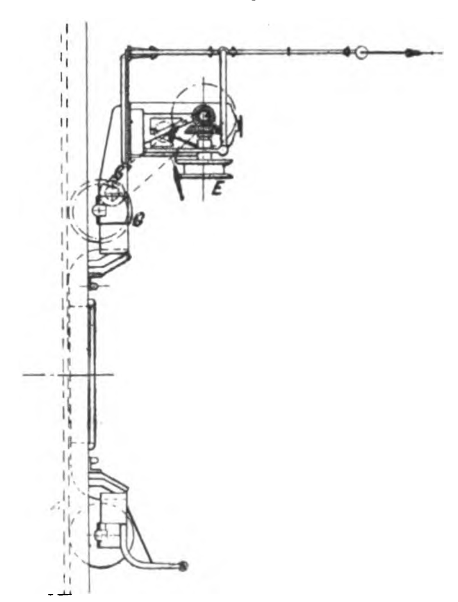


Fig. 7 à 9.

Chariot transbordeur électrique sans fosse des Chemins de fer de l'État.

La ligne aérienne a une longueur totale de 434 mètres.

Cette installation donne entière satisfaction. Les démarrages sont extrêmement doux, les arrêts se font avec une grande précision et on obtient les divers mouvements avec une sûreté absolue. La conduite est facile et il suffit de deux hommes dont l'un manœuvre le rhéostat pendant que l'autre accroche et cale les véhicules.

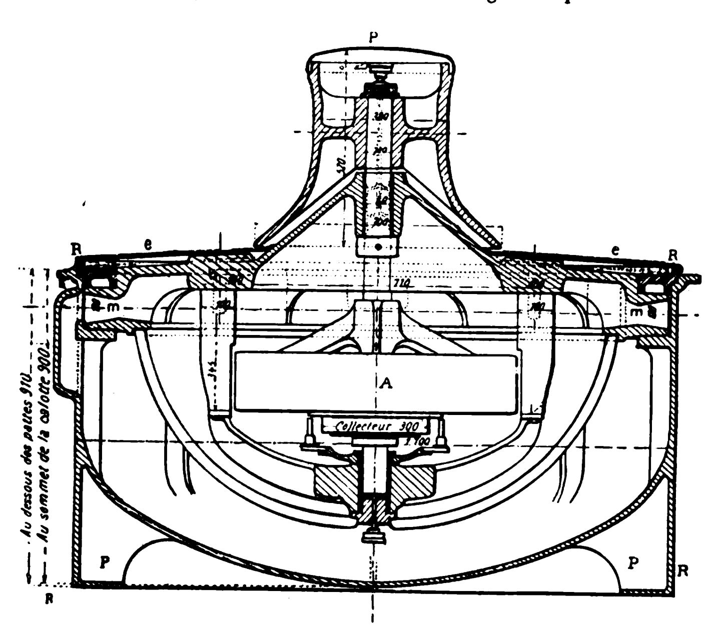


Fig. 10. — Cabestan électrique avec poupée de halage : coupe verticale.

Nous allons passer rapidement en revue chacun de ces appareils, dont on trouvera, d'ailleurs, une description complète, avec dessins à l'appui, dans le rapport présenté par M. Eugène Sartiaux au 5e Congrès internationale des Chemins de fer, tenu à Londres en 1895.

1° *Cabestan avec poupée de halage*. — Sur l'arbre de l'induit d'une dynamo à 8 pôles A est calée la poupée P (fig. 10) sur laquelle vient s'enrouler le câble qui actionne soit les plaques tournantes soit les rames des wagons.

La poupée, la plate-forme, les électros, le croisillon, l'induit et son arbre forment un ensemble qui peut basculer autour de deux tourillons horizontaux *m*, *m*, tournant sur des coussinets venus de fonte avec la cuve qui renferme tout le système.

Un commutateur manœuvré par une pédale permet de lancer le courant progressivement dans le moteur au moyen d'un rhéostat disposé à côté du commutateur.

Le groupement des inducteurs peut se faire de deux façons selon qu'on veut obtenir un effort de 1 à 450 kilogr. ou de 1 à 1 000 kilogrammes.

Dans le cas d'un effort de 400 kilogr., l'intensité varie de 30 à 35 ampères en marche et atteint 50 ampères au démarrage, la différence de potentiel étant de 100 à 140 volts ; pour 1.000 kilogr. l'intensité est de 70 à 75 ampères et, au démarrage, de 85 ampères.

Les vitesses de rotation sont de 12 à 16 tours par minute en charge et de 70 à 80 tours à vide.

2° *Cabestan à action directe pour plaque ou pont tournant*. — On a utilisé le cabestan décrit ci-dessus, dont la poupée a été supprimée et remplacée par un pignon Galle qui, par l'intermédiaire d'une chaîne, donne le mouvement à la plaque tournante.

3° *Cabestan à quadruple effet pouvant actionner une, deux ou trois plaques et avec poupée de halage*. — Pour diminuer le nombre des appareils de manutention autour de plusieurs plaques tournantes

groupées à côté les unes des autres, la Compagnie du Chemin de fer du Nord a étudié et appliqué le cabestan à quadruple effet.

Cet appareil comporte, en outre des organes du cabestan primitif, un pignon calé sur l'arbre de l'induit et mettant en mouvement trois engrenages qui sont fous sur leurs axes.

Chacun de ces engrenages est constitué par un dispositif analogue à l'embrayage magnétique de Bovet. Si on fait passer un courant électrique dans le fil d'un de ces embrayages, l'engrenage est attiré par l'électro, garni lui-même d'une denture sur laquelle vient passer la chaîne Galle qui commande la plaque. On voit donc que si la dynamo du cabestan se met en mouvement, au moment où l'on enfoncera la pédale, la plaque se mettra à tourner.

La poupée est reliée directement à l'arbre du cabestan par un joint Olden.

Une disposition spéciale permet d'obtenir les quatre mouvements alternatifs des trois plaques et de la poupée; de plus, à l'aide d'un inverseur de courant, on peut faire tourner à volonté dans les deux sens une des plaques commandées par un cabestan à action directe et à effets multiples.

G. Dumont et G. Baignères,
Ingénieurs des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

AUTOMOBILES

COMPARAISON ENTRE LES DIVERS MOYENS
d'obtenir la force motrice
nécessaire à la propulsion des automobiles.

(Suite[1].)

Les chiffres contenus dans les tableaux précédents, sont loin d'être des maxima. En effet, dans ses expériences sur les chaudières, M. Hirsch a obtenu, avec une chaudière chauffée au gaz, 360 kilogr. d'eau vaporisée par mètre carré et par heure; d'autre part, M. Aimé Witz, avec un foyer de locomotive chauffé au coke et dont le tirage était activé par une soufflerie, a pu vaporiser jusqu'à 960 kilogr. d'eau par mètre carré et par heure [2].

On a essayé d'augmenter considérablement la surface de grille du foyer. Voici les résultats qui ont été obtenus avec la locomotive Belpaire, établie sur ce principe, et dont la surface de grille était de 5 mètres carrés pour une surface totale de chauffe de 125 mètres carrés, dont 10 mètres carrés pour le foyer :

Le poids total remorqué était de 230 tonnes, dont 150 tonnes pour le convoi et 80 tonnes pour la machine et son tender; la vitesse de marche sur une rampe continue de 5 millimètres, était de 95 kilomètres à l'heure. Le travail total calculé à la jante des roues était de

$$230 \text{ tonnes} \times (9 + 5) \times \frac{95\,000}{3\,600} = 85\,000 \text{ kilogrammètres par seconde,}$$

ou 1 130 chevaux, ce qui correspond à 9 chevaux par mètre carré.

Enfin, ces locomotives peuvent vaporiser 94 kilogr. par mètre carré et par heure, avec un rendement économique de 8 kilogr. de vapeur par kilogramme de charbon brûlé.

Ces résultats sont des plus remarquables, mais ils sont encore dépassés par ceux que fournissent actuellement les chaudières et machines à torpilleurs. Les chaudières à tubes d'eau ou aqua-tubulaires ont été inventées spécialement pour obtenir le maximum de puissance spécifique et, en raison de leur production intensive, leur emploi est indispensable pour éviter les accidents, car elles contiennent relativement très peu d'eau.

Voici quelques renseignements que je dois à l'obligeance de M. Bertin, directeur des Constructions navales [3], et qui donnent les résultats des essais effectués sur trois torpilleurs : le *Forban*, le *Jeanne-d'Arc*, et l'*Aquilon* :

	Forban.	*Jeanne-d'Arc.*	*Aquilon.*
Surface de chauffe	215m² »	786m² »	105m² »
— la grille	4m²,10	9m²,40	2m²,28
Diamètre extérieur des tubes	0m,034	0m,030	0m,026
— intérieur —	0m,028	0m,025	0m,021
Poids de la chaudière avec les accessoires et la cheminée	12 400kg	29 400kg	5 800kg
Poids de l'eau	3 165kg	5 900kg	1 450kg
Poids total	15 565kg	35 300kg	7 250kg
Intensité de la combustion de charbon par mètre carré	315kg	»	»
Puissance indiquée	2 095ch	»	»
Poids par cheval	7kg,4	»	»
Poids par mètre carré de surface de chauffe (eau comprise)	72kg,5	45kg »	69kg »

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 16, p. 251.

(2) Il convient d'ajouter que ces nombres extraordinaires correspondent à un rendement économique très désavantageux.

(3) Bertin, *Chaudières marines*. Cours professé à l'École du Génie maritime, 1896.

La vitesse atteinte pendant les essais du *Forban*, a été de 31,02 nœuds ou 57km 44 par heure; quant à la consommation du charbon par heure et par cheval indiqué, elle était de 0kg 61. Mais il faut noter que les machines du *Forban* sont à condensation, et que ce résultat ne pourrait être atteint dans les machines d'automobiles qui sont sans condensation.

On voit donc qu'à surface de chauffe égale, ces chaudières pèsent beaucoup moins que celles des locomotives puisque, au lieu de 120 kilogr. par mètre carré de surface de chauffe, la plus lourde d'entre elles *(Forban)* ne pèse que 72kg 5.

Moteurs. — Le moteur qui utilise le mieux la vapeur produite par la chaudière est celui de la locomotive. Celle-ci possède des propriétés excessivement remarquables dont l'invention est bien plus le fait du hasard que celui du génie. Ainsi, par exemple, lorsqu'une locomotive est arrêtée, elle ne brûle presque pas de charbon tout en restant allumée, à condition, toutefois, d'avoir pris soin de la capuchonner pendant ce temps. Au contraire, pendant la marche, plus la machine va vite, plus elle tend à produire de vapeur, car cette dernière, en s'échappant, entraîne un volume d'air qui correspond presque exactement à la quantité d'air nécessaire pour la combustion du charbon qu'il faut brûler pour produire cette vapeur.

Prenons un autre exemple, celui de la coulisse de Stephenson. Dans les premières locomotives, le tiroir était, suivant le sens de la marche, commandé successivement par deux pieds-de-biche disposés ainsi que le montre le schéma ci-contre (fig. 1).

C'est un ouvrier nommé Howe, employé à l'usine de Stephenson, qui eut l'idée de réunir par une coulisse en arc de cercle les deux barres d'excentrique AB, A'B' et d'enfermer dans cette coulisse le maneton M de la tige du tiroir (fig. 2). Il se trouva que cette coulisse put servir précisément à régler l'admission de la vapeur dans le cylindre. Quant aux recouvrements du tiroir, qui permettent de ne découvrir les orifices que pendant une partie de la course, c'est à Clapeyron que l'on en doit l'invention.

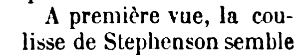


Fig. 1 et 2.

A première vue, la coulisse de Stephenson semble présenter des inconvénients sérieux. Ainsi, par exemple, dans un parcours prolongé en palier, on doit marcher avec une admission maximum de 20 % de la course du piston, mais alors, l'ouverture des lumières ne dépasse pas 7 millimètres, de sorte que, la vitesse du piston atteignant 6 mètres par seconde, la vapeur doit, pour pénétrer dans le cylindre et remplir le volume engendré par le piston, atteindre une vitesse énorme qui entraîne une perte de charge considérable. C'est ce que les praticiens expriment en disant que la distribution par coulisse donne lieu à un grand *étranglement* de vapeur qui, à première vue, est très défavorable à une bonne utilisation économique.

Cet étranglement, qui d'ailleurs n'existe qu'aux grandes vitesses,

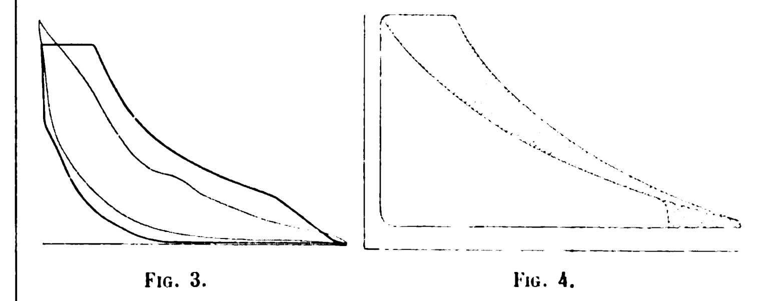


Fig. 3. Fig. 4.

est mis en évidence par la figure 3 qui représente deux diagrammes empruntés à une brochure relative à l'indicateur de Richard. Ces deux diagrammes ont été relevés sur une même locomotive du Great Eastern Railway, dans les mêmes conditions de pression et d'admission, à cinq minutes d'intervalle ; la seule différence qui existe entre eux, c'est que celui en trait fort correspond à une vitesse des roues motrices de 50 tours par minute (vitesse normale des machines d'usine), tandis que le second correspond à une vitesse de 260 tours par minute.



On voit, en étudiant un diagramme théorique (fig. 4), que l'obstruction des orifices d'admission fait perdre toute la partie hachurée en traits simples et que, de plus, l'emploi de l'échappement anticipé fait encore perdre la partie hachurée en quadrillé. Mais il faut remarquer que l'étranglement de la vapeur n'est pas aussi désavantageux qu'on pourrait le croire, parce que le poids de vapeur contenue dans le cylindre au moment de la fermeture des lumières est sensiblement proportionnel à la pression absolue de cette vapeur.

Malgré ces défauts apparents, on n'a pas encore trouvé de dispositif préférable pour la distribution ; on a bien essayé d'employer des machines Corliss, mais elles n'ont pas donné d'économie sensible et c'est seulement en employant des machines à très grands cylindres, du type Compound que l'on a pu réaliser une économie appréciable.

La locomotive constitue donc un véhicule automobile des plus économiques et cela, non seulement par sa chaudière dont j'ai énuméré plus haut les avantages, mais aussi par son moteur qui, pourtant, est excessivement simple. Par suite de cette très grande simplicité, ce mécanisme est aussi économique que les meilleures machines Corliss, car c'est à peine si les machines Corliss sans condensation donnent un résultat équivalent à celui fourni par une bonne locomotive. Ce fait, des plus remarquables, résulte d'expériences très longues et très sérieuses qui, pendant ces dernières années, ont été faites de différents côtés et, en particulier, sur une locomotive de banlieue à six roues couplées du type adopté par la Compagnie des Chemins de fer de l'Est.

Pour faire ces expériences, on avait installé, entre la locomotive et le fourgon de tête du train, un dynamomètre enregistreur permettant de mesurer, à chaque instant, l'effort de traction développé par la locomotive dont les principales données étaient les suivantes :

Surface de grille	mètres carrés.	1,82
Surface de chauffe du foyer		8,9
— — des tubes		96,3
— — totale		105,2
Cylindres . diamètre	mètres.	0,46
Cylindres . course		0,60
Cylindres . volume		0,100
Timbre de la chaudière	kilogr.	10
Poids de la locomotive-tender avec son approvisionnement en eau et charbon		55 660

Les résultats obtenus dans deux expériences sont résumés dans le tableau ci-dessous :

	1re Expérience	2e Expérience
Poids du train seul . . . . . tonnes.	271	278
Poids total	325	332
Effort de traction moyen sur le dynamomètre . . . . . kilogr.	2 218	2 308
Effort à la jante des roues motrices	2 660	2 756
Eau dépensée par kilomètre . . litres.	105	108
Travail produit *à la jante* des roues motrice par kilogr. d'eau . . kgm.	25 300	25 500
Vitesse moyenne à l'heure. . kilom.	44	44
Consommation d'eau par cheval-heure mesuré au dynamomètre, *sur la barre d'attelage*. . . . . kilogr.	»	12,54
Consommation d'eau par cheval-heure mesuré à la jante des roues motrices.	10,6 .	10,6
Eau dépensée par kilogr. de charbon brûlé	8,05	7,60
Travail maximum indiqué sur les pistons. . . . . chevaux.	760	760
Consommation de charbon par kilomètre (allumage non compris) . kg.	13	14,2
Charbon brûlé par tonne kilométrique.	0,040	0,042
Coefficient de traction par tonne totale . . . . . kilogr.	8,2	8,2

En faisant varier le poids total du train, on a pu constater que, pour les trains les plus légers, la consommation en charbon ne dépassait pas $0^{kg}\,044$ par tonne kilométrique, du poids total, machine comprise.

Voici maintenant d'autres expériences faites sur le réseau du Nord, dans le but de connaître surtout la puissance maximum que pouvait développer le type de machine express exposé, en 1889, au Champ de Mars, par la Compagnie du Nord.

Les dimensions de la machine qui servit à ces expériences étaient les suivantes :

Surface de la grille	mètres carrés.	2,04
Surface intérieure des tubes		97
Surface du foyer		13,80
Surface totale de chauffe		110,80
Diamètre des cylindres	mètres.	0,480
Course des pistons		0,600
Volume engendré par tour de roue.	mètres cubes.	0,435

Les expériences eurent lieu entre Paris et Creil. Pour mesurer l'effort de traction, on se servait d'un wagon-dynamomètre. Le poids du train remorqué était de 190 tonnes, celui de la machine et du tender étant, en moyenne, de 70 tonnes. En rampe de 5 millimètres et sur un parcours de 20 kilomètres, on a facilement soutenu une vitesse de 72 kilomètres à l'heure. Pendant ces essais, l'effort sur le crochet d'attelage du wagon-dynamomètre s'est maintenu entre 2 300 et 2 500 kilogrammètres, ce qui correspond à un travail utile de 46 000 à 50 000 kilogrammètres (613 à 667 chevaux) par seconde. Pendant tout le temps qu'ont duré ces expériences, la pression, dans la chaudière, s'est toujours maintenue facilement au maximum que l'on s'était fixé et qui était de 12 kilogr. par centimètre carré; l'alimentation se faisait, d'ailleurs, d'une manière continue et le niveau de l'eau dans la chaudière n'a jamais varié (1). La puissance calculée, développée au cours de ces essais sur la jante des roues, était de $\frac{48\,000 \times 260 \text{ tonnes}}{190 \text{ tonnes}}$ $= 65\,700$ kilogrammètres par seconde ou 876 chevaux; la puissance développée par mètre carré de surface de chauffe était donc, environ, de 8 chevaux.

En résumé, on voit que la machine à vapeur, avec sa chaudière, possède des propriétés excessivement remarquables : puissance spécifique élevée, bon rendement, simplicité, robustesse, faible prix de revient. Son plus grand inconvénient, au point de vue de l'automobilisme est peut-être le manque de propreté qu'elle entraîne forcément avec elle et qui, dans certains cas, pourrait la faire rejeter par les personnes conduisant elles-mêmes leurs véhicules.

De ces différents résultats, on doit conclure que, pour les voitures à vapeur, l'on doit adopter les chaudières aqua-tubulaires, avec le mécanisme des locomotives, et que l'on doit rejeter, *a priori*, tout ce qui est compliqué ; c'est, du reste, ce que l'on s'efforce surtout d'obtenir dans les chemins de fer où l'on conserve les mécanismes de mouvement en général très frustes, actuellement en usage, uniquement en raison de leur extrême simplicité. Dans les automobiles à vapeur, il convient également de supprimer d'une façon absolue le chauffeur, car on ne peut songer, sur un semblable véhicule, à emmener une personne s'occupant exclusivement du foyer. Enfin, pour obtenir un bon rendement et en supposant une machine bien établie, on peut évaluer la consommation d'eau à 15 kilogr. au maximum par cheval effectif à la jante des roues, et à 2 kilogr. la consommation correspondante de charbon.

Tous les renseignements qui précèdent se rapportent à des appareils existant déjà et sont officiels. Ils montrent, par conséquent, tout ce qu'on peut réaliser en utilisant les types de chaudières et de moteurs actuellement dans la pratique et sans recourir à aucune invention ou perfectionnement nouveaux.

Marcel Deprez,
Membre de l'Institut.

(A suivre.)

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

CAUSES D'EXPLOSION

des bouteilles à gaz comprimés ou liquéfiés.

Le *Génie Civil* a publié récemment (2) une étude détaillée sur les *Accidents de réservoirs à gaz liquéfiés ou comprimés*. Les essais d'utilisation de l'acétylène liquide, et surtout la récente explosion d'un réservoir d'acétylène à l'usine Pictet (3) ont donné à cette question générale un grand intérêt d'actualité.

Nous nous proposons de donner ici l'analyse de deux études de M. C. Bach, relatives à l'explosion de bouteilles d'acide carbonique liquide et qui ont été publiées dans la *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure* du 28 mars et du 13 juin 1896.

Les deux explosions qui se sont produites en Allemagne dans le courant de l'année dernière et qui ont fait l'objet de l'enquête de M. Bach avaient tout d'abord été attribuées à l'inobservation des règlements.

Les conditions imposées par ces règlements sont les suivantes :

1° Les bouteilles doivent être en fer, soudé ou fondu, ou en acier coulé ;

2° Elles doivent être soumises à une épreuve officielle constatant qu'elles supportent sans fuites et sans déformations permanentes une pression de 250 atmosphères ;

3° Cette épreuve sera renouvelée tous les trois ans ;

4° Chaque bouteille doit porter une marque officielle indiquant son poids à vide avec tous ses accessoires, la charge en kilogrammes qu'elle peut contenir dans la limite indiquée à l'article 5, et enfin la date de la dernière épreuve ;

5° La charge la plus élevée qu'une bouteille peut contenir doit être limitée à 1 kilogr. de liquide pour $1^{lit}\,34$ de capacité : par exemple, une bouteille de $13^{lit}\,4$ ne devra pas renfermer plus de 10 kilogr. d'acide carbonique liquide.

On n'a pas pu prouver que les bouteilles qui avaient fait explosion n'avaient pas réuni ces conditions.

(1) On voit donc bien que ces résultats ne sont pas dus à un coup de collier donné par la locomotive.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXVIII, n° 17, p. 263.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 26, p. 418.



On avait cru ensuite devoir attribuer la cause de ces explosions à une réaction chimique que l'acide carbonique aurait subie dans les bouteilles.

Mais M. Bach a pensé que cette cause devait être recherchée dans le fait que ces bouteilles en acier fondu n'avaient pas été recuites, et pour le vérifier, il a procédé aux essais suivants sur les fragments de l'une des deux bouteilles :

Il a pris, dans un premier morceau, 5 éprouvettes dont la position est indiquée sur la figure 1, en les redressant, quand il était néces-

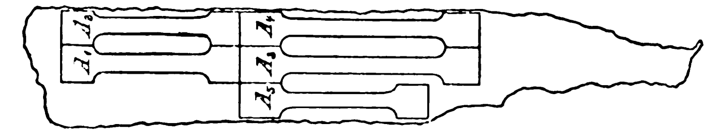


Fig. 1.

saire, lentement et à froid, à la presse hydraulique. Ces 5 éprouvettes, marquées A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, furent, à cet état, c'est-à-dire non recuites, soumises à une épreuve de traction.

· Du second fragment, on ne tira qu'une éprouvette marquée A_0 ; du troisième, on en tira deux autres marquées A^1. et A^1.. Ces trois éprouvettes furent recuites et soumises à l'épreuve de traction.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Marques	Section transversale — Largeur	Épaisseur	Surface	Résistance à la traction	Allongement sur 100 m/m
	centimètres	centimètres	centimètres carrés	kilogr. par cm²	%
		5 éprouvettes non recuites :			
A_1	1,81	0,42	0,76	8 526	4,8
A_2	1,81	0,42	0,75	8 487	—
A_3	1,78	0,42	0,75	8 333	4,6
A_4	1,80	0,43	0,77	8 364	5,0
A_5	1,81	0,43	0,78	8 436	4,8
			Moyenne.	8 429	4,8
		3 éprouvettes après recuit :			
A_0	1,81	0,46	0,83	5 807	20,8
A^1.	1,82	0,46	0,84	5 762	24,5
A^1..	1,81	0,47	0,85	5 741	22,2
			Moyenne.	5 770	22,5

La comparaison des moyennes montre que l'allongement, qui caractérise la ténacité du métal, est, après recuit, dans le rapport de 22,5 à 4,8, c'est-à-dire 4,69 fois plus grand que pour ce métal pris sur la bouteille même qui a fait explosion. D'autre part, la résistance à la traction n'était plus que les $^{69}/_{100}$ de celle du métal de la bouteille :

$$\frac{5\,770}{8\,429} = 0{,}69.$$

Il s'ensuit donc que la bouteille, après sa fabrication, n'avait pas été recuite.

Les éprouvettes du métal à l'état recuit caractérisent un acier fondu de bonne qualité et de résistance convenable (c'était un acier Siemens-Martin) et néanmoins ce même métal, pris sur la bouteille, se montre, tout en étant homogène, dur et cassant. A la traction, son allongement est seulement de 4,8 % ; sa ténacité est donc trop faible surtout pour des récipients, tels que des bouteilles d'acide carbonique liquide qui, soumis à de fortes pressions intérieures, doivent être transportés et supporter des trépidations et des chocs de toute nature, subissant, en un mot, des influences dynamiques et des variations de pression dues aux variations de température.

La fabrication a fait perdre au métal la plus grande partie de sa ténacité. Si, après leur fabrication, les bouteilles avaient été soigneusement recuites, elles auraient repris une ténacité suffisante, puisque les éprouvettes recuites ont donné à l'essai un allongement de 22,5 % en moyenne. On se serait ainsi prémuni contre les dangers d'explosion, en tant du moins qu'ils sont dus à un manque de ténacité du métal.

Les deux explosions qui viennent d'être citées ne sont pas les seules qui se soient produites avec des bouteilles qui avaient cependant satisfait aux conditions exigées par les règlements.

On peut donc dire que ces règlements, en vigueur sur les chemins de fer, sont insuffisants. M. Bach est d'avis qu'il y aurait lieu de les compléter par une condition imposant un minimum de ténacité pour le métal des bouteilles, analogue à celui qu'on exige dans la construction des machines à vapeur.

En soumettant des bouteilles à acide carbonique, même après les avoir recuites, à une épreuve d'éclatement, comme on le fait pour les tuyaux, c'est-à-dire en les soumettant à un martelage extérieur en même temps qu'à une pression intérieure considérable, on a constaté qu'elles pouvaient se rompre en blessant les personnes avoisinantes, comme l'aurait fait une explosion. C'est ainsi qu'un vérificateur a été assez grièvement blessé lors de l'essai à l'éclatement d'une bouteille soumise à une pression intérieure de 250 atmosphères : la bouteille éclata en projetant un jet d'eau qui atteignit à la jambe cet agent placé à une distance de 50 centimètres ; au point de rupture, on remarqua que le métal présentait un léger défaut.

M. Bach fait remarquer qu'à l'épreuve à l'éclatement, la ténacité des bouteilles recuites subit une dépréciation par les chocs, quel que soit le corps servant au martelage, qu'il soit en bois, en plomb ou de toute autre substance : cette épreuve peut évidemment donner des résultats satisfaisants, mais elle nécessite toute une installation spéciale et il est préférable d'essayer plutôt la ténacité du métal des bouteilles.

Pour faire cet essai, on fractionnera le nombre total des bouteilles en lots de 100, dans chacun desquels on en choisira une dont on déterminera la ténacité et l'allongement. Si, pour une éprouvette de 0,8 centimètre carré de section et de 100 millimètres de longueur, l'allongement n'est pas d'au moins 12 %, la ténacité du métal devra être considérée comme insuffisante. Ce chiffre de 12 % est un minimum pour lequel on ne devra admettre aucune tolérance : il est assez bas pour qu'il soit toujours exigible.

Si l'allongement est inférieur à 12 %, on poussera l'essai à fond, conformément aux essais précédents, en prenant, sur les bouteilles dont la ténacité a été reconnue trop faible, des éprouvettes qu'on soumettra, après et avant recuit, à des essais de traction.

Ce contrôle sera suffisant pour déterminer si les bouteilles ont été recuites convenablement après leur fabrication. Il y aurait lieu, néanmoins, avant de fixer les conditions de ténacité à remplir pour l'acier servant à leur confection, de prendre l'avis et des usines qui fabriquent et des usines qui utilisent ces bouteilles.

Un autre point de vue, également important, sur lequel l'attention ne s'est pas jusqu'à ce jour assez portée, c'est celui de l'épaisseur des parois :

M. Bach examine le cas des bouteilles fabriquées avec des tubes en

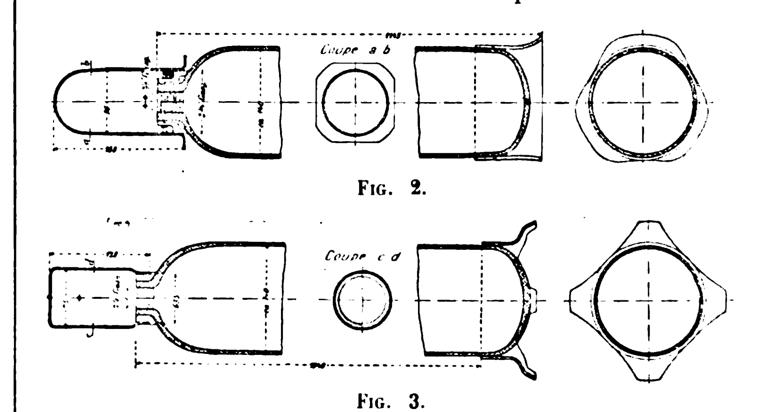


Fig. 2.

Fig. 3.

acier sans soudure obtenus par les procédés Ehrhardt ou Mannesmann. Il ne fait que rappeler, en passant, l'explosion d'une bouteille en fer fabriquée par soudure, et ayant une épaisseur de 9 à 11 millimètres : bien qu'ayant été éprouvée antérieurement à 250 atmosphères, cette bouteille s'est fendue sur une longueur de 58 centimètres, suivant la ligne de soudure. Une soudure imparfaite créerait donc un lieu de moindre résistance.

Les bouteilles examinées avaient un diamètre extérieur D = 14 centimètres, et une épaisseur normale de parois $e = 4^{mm}5$. A une pression intérieure, p kilogr. par centimètre carré, correspond un effort de tension E déterminé par la relation :

$$2Ee = p\,(D - 2e) \qquad [1]$$

en supposant la tension également répartie sur la section ;

d'où : $$E = p\left(\frac{D}{2e} - 1\right)$$

On a ainsi, pour une pression d'épreuve de 250 atmosphères, avec l'épaisseur de $4^{mm}5$:

$$E = 250\left(\frac{14}{2 \times 0{,}45} - 1\right) = 3\,639 \text{ kilogr. par centimètre carré.}$$

Ce chiffre est voisin de la limite d'élasticité qui avait été trouvée, variant entre 3 765 et 4 072 kilogr. par centimètre carré pour le métal à l'état recuit.

Pour les bouteilles à acide carbonique, la charge donne une pression intérieure qui ne dépasse pas ordinairement 80 atmosphères ; il en résulte pour E la valeur $E = 80\left(\frac{14}{2 \times 0{,}45} - 1\right) = 1\,164$ kilogr. par centimètre carré.

Cependant cette pression intérieure varie dans d'assez fortes proportions et elle peut atteindre 120 atmosphères ; la tension des parois devient alors :

$$E = 120\left(\frac{14}{2 \times 0{,}45} - 1\right) = 1\,747 \text{ kilogr. par centimètre carré.}$$



Dans ces conditions, avec l'épaisseur de 4mm 5, le métal ne travaille pas sous un effort exagéré.

Mais, examinons ce qui se passerait avec une épaisseur de parois plus faible. En essayant une bouteille à la pression de l'eau, elle a éclaté par suite d'une fente longitudinale assez longue, et on a constaté qu'à l'endroit de cette fente, l'épaisseur de la paroi était seulement de 3mm 3 ! En ce point défectueux, le métal a travaillé à un effort de :

$$E = 250\left(\frac{14}{2 \times 0.33} - 1\right) = 5\,303 \text{ kilogr. par centimètre carré,}$$

et si la bouteille avait été chargée à 120 atmosphères, on aurait eu :

$$E = 120\left(\frac{14}{2 \times 0,33} - 1\right) = 2\,545 \text{ kilogr. par centimètre carré.}$$

Ces efforts sont évidemment trop considérables.

Il résulte donc de ces considérations qu'une très grande importance doit être attachée à la détermination de l'épaisseur des parois.

Les efforts qui, pour l'essai à la pression de 250 atmosphères, sont supérieurs à la limite d'élasticité du métal, doivent être absolument proscrits, parce qu'ils en compromettent la ténacité. Pour cette pression d'essai, il convient de ne pas réduire l'épaisseur normale de la paroi à moins de 4mm 5, sans que l'écart en moins admis dépasse 0mm 5.

M. Bach considère cette tolérance pour le métal essayé comme suffisante, sous la réserve que l'effort de tension devra être déterminé, non plus d'après l'équation [1], mais d'après l'équation suivante :

$$E = p \times \frac{1,3r_e^2 + 0,4r_i^2}{r_e^2 - r_i^2}, \qquad [2]$$

dans laquelle :

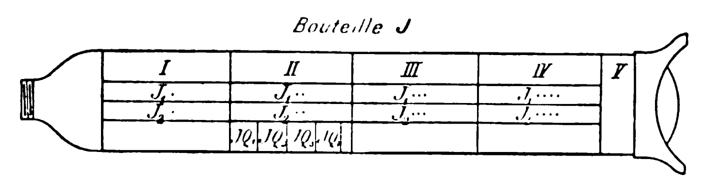
r_e = rayon extérieur, et r_i = rayon intérieur.

Ainsi, avec $p = 250$ kilogr., $r_e = 7$ centimètres, si l'épaisseur est de 4 millimètres, ce qui correspond à un rayon intérieur $r_i = 7 - 0,4 = 6^{cm}6$, le métal travaille à un effort de :

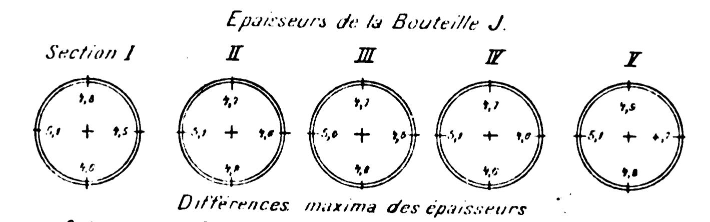
$$E = 250 \times \frac{1,3 \times 7^2 + 0,4 \times \overline{6,6}^2}{7^2 - \overline{6,6}^2} = 3\,728 \text{ kilogr. par centimètre carré.}$$

L'adoption de cette formule donne un résultat presque égal à la limite d'élasticité donnée plus haut (entre 3 765 et 4 072 kilogrammes par centimètre carré) ; mais l'application de l'équation [1] conduirait à un chiffre (4 125 kilogr. par centimètre carré) supérieur à cette limite d'élasticité. Nous pensons donc, contrairement à M. Bach, que la tolérance de 0mm 5 ne doit être admise en aucun cas, et que l'épaisseur de 4mm 5 doit être considérée comme une limite inférieure minimum, pour les tubes en acier sans soudure servant à la fabrication des bouteilles, si l'on veut qu'elles présentent toute la sécurité désirable.

Bouteille J



Epaisseurs de la Bouteille J.



Bouteille K

Epaisseurs de la Bouteille K.

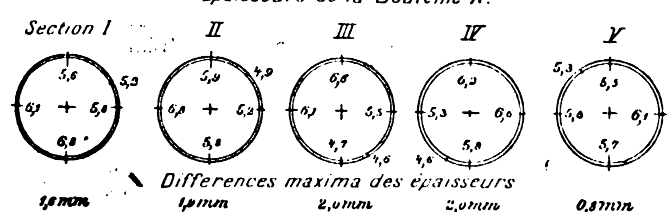


FIG. 4 à 7.

D'après M. Bach, la cause des explosions parait très nettement établie, et il est clairement démontré que ces explosions peuvent être évitées — en tant du moins que la cause en est due aux bouteilles mêmes :

1° Si le métal présente une ténacité et une résistance suffisantes ;
2° Si l'épaisseur des parois des bouteilles est suffisamment forte ;
3° Si les bouteilles ont été recuites avec soin après leur fabrication.

Voici, comme complément de l'étude de M. Bach, le résultat des essais qu'il a effectués sur deux bouteilles, marquées J et K, provenant d'usines différentes :

	J (fig. 2).	K (fig. 3).
Poids à vide	21kg,43	25kg,8
Poids maximum de la charge	10kg,20	10kg,37
Date du dernier essai	22 juin 1895.	»
Essai à la pression	250 atm.	250 atm.
Système de fabrication	Ehrhardt.	Mannesmann.

Dans chacune, on a découpé au tour quatre cylindres I, II, III, IV, désignés sur les figures 4 et 6. Dans chaque cylindre, on a déterminé l'épaisseur de la paroi comme il est indiqué aux figures 5 et 7 : les épaisseurs de la bouteille K sont plus fortes, mais aussi plus irrégulières que celles de la bouteille J.

De chaque cylindre, on a retiré deux éprouvettes, prises dans le sens de la longueur, pour les soumettre à la traction. On essaya telles quelles, à l'état initial, les éprouvettes :

$J_1.$ $J_1..$ $J_1...$ $J_1....$
$K_1.$ $K_1..$ $K_1...$ $K_1....$

Les éprouvettes ci-dessous furent, au contraire, préalablement recuites :

$J_2.$ $J_2..$ $J_2...$ $J_2....$
$K_2.$ $K_2..$ $K_2...$ $K_2....$

De plus, pour déterminer la résistance du métal dans le sens tangentiel, c'est-à-dire suivant la circonférence, on découpa dans chaque cylindre II, au moyen de forages (fig. 4 et 6), quatre éprouvettes :

JQ_1 JQ_2 JQ_3 JQ_4
KQ_1 KQ_2 KQ_3 KQ_4

qui furent dressées à chaud et recuites avant d'être soumises aux essais.

Désignation.	Épaisseur a	Largeur b	Section ab	Limite d'élasticité P	Limite d'élasticité $\frac{P}{ab}$	Charge de rupture P	Charge de rupture $\frac{P}{ab}$	Allongement sur 100 mill.
	cm.	cm.	cm².	kilogr.	kilogr. cm².	kilogr.	kilogr. cm².	%.
TABLEAU DES ESSAIS SUR LA BOUTEILLE J.								
1° Essai des quatre éprouvettes à l'état initial.								
$J_1.$	0,44	1,77	0,78	(3 600)	(4 615)	4 670	5 987	15,4
$J_1..$	0,45	1,77	0,80	(3 500)	(4 375)	4 820	6 025	19,9
$J_1...$	0,45	1,78	0,80	(3 800)	(4 750)	4 760	5 950	18,2
$J_1....$	0,46	1,78	0,82	(36.0)	(4 390)	4 820	5 878	17,9
MOYENNE					(4 533)	»	5 960	17,9
2° Essai des quatre éprouvettes recuites.								
$J_2.$	0,44	1,79	0,79	2 930	3 709	4 680	5 924	21,9
$J_2..$	0,46	1,77	0,81	3 030	3 741	4 640	5 728	20,6
$J_2...$	0,47	1,80	0,85	2 920	3 435	4 720	5 553	22,3
$J_2....$	0,46	1,79	0,82	28 0	3 476	4 660	5 683	21,6
MOYENNE					3 590	»	5 722	21,6
3° Quatre éprouvettes, prises dans le sens transversal, recuites.								
JQ_1	0,50	1,68	0,84	3 200	3 810	4 790	5 702	20,3
JQ_2	0,50	1,65	0,83	3 100	3 735	4 720	5 687	19,1
JQ_3	0,50	1,65	0,83	3 200	3 855	4 740	5 711	19,0
JQ_4	0,49	1,66	0,81	3 200	3 951	4 620	5 704	15,8
MOYENNE					3 838	»	5 701	18,6
TABLEAU DES ESSAIS SUR LA BOUTEILLE K.								
1° Essai des quatre éprouvettes à l'état initial.								
$K_1.$	0,52	1,57	0,82	(3 900)	(4 756)	5 435	6 628	18,4
$K_1..$	0,51	1,57	0,80	(3 750)	(4 688)	5 170	6 463	14,9
$K_1...$	0,61	1,35	0,82	(3 950)	(4 817)	5 410	6 598	15,0
$K_1....$	0,59	1,35	0,80	(3 700)	(4 625)	5 190	6 488	15,5
MOYENNE					(4 722)	»	6 544	16,0
2° Essai des quatre éprouvettes recuites.								
$K_2.$	0,51	1,57	0,80	3 200	4 063	4 950	6 188	20,1
$K_2..$	0,47	1,58	8,74	3 150	4 257	4 680	6 324	21,8
$K_2...$	0,62	1,27	0,79	3 150	3 987	4 820	6 101	19,8
$K_2....$	0,54	1,40	0,81	3 180	3 926	4 940	6 099	19,0
MOYENNE					4 058	»	6 178	20,2
3° Essai des quatre éprouvettes prises dans le sens transversal, recuites.								
KQ_1	0,61	1,30	0,79	3 200	4 051	4 990	6 317	16,0
KQ_2	0,59	1,37	0,81	3 300	4 074	5 050	6 235	»
KQ_3	0,56	1,32	0,74	2 850	3 851	4 420	5 973	11,6
KQ_4	0,55	1,29	0,71	2 750	3 873	4 170	5 873	13,2
MOYENNE					3 962	»	6 100	13,6

Les limites d'élasticité des éprouvettes J_1 et K_1 ont été trop sommairement déterminées pour pouvoir servir de base.

Pour l'éprouvette KQ_2, la rupture s'est produite tout à fait à l'extrémité, en dehors des limites servant à la mesure : on n'a pu, par suite, en déterminer l'allongement.

Les deux explosions citées plus haut s'étaient produites coup sur coup dans la même usine (fabrique d'acide carbonique d'Eyach, Wurtemberg); les deux bouteilles étaient de même provenance.

Le 16 mars suivant, une autre explosion s'est produite à la fabrique d'acide carbonique de Niedernau (Wurtemberg), en faisant trois victimes : un mort et deux blessés. La bouteille était d'une autre provenance que les deux précédentes : elle est reproduite (fig. 8) dans



Fig. 8.

l'état où elle a été remise à M. Bach. On constate en son milieu un étranglement dû à une frette de fil placée, d'après le dire du constructeur, dans le but de renforcer sa résistance à la rupture. Pendant la fabrication de la bouteille, le métal avait été chauffé au rouge, mode de faire abandonné depuis 4 ans.

Cette bouteille présentait extérieurement des corrosions notables : la figure 9 donne les diamètres et, au-dessous, les épaisseurs relevées sur 7 points de la ligne de rupture. Un fragment, représenté (fig. 10),

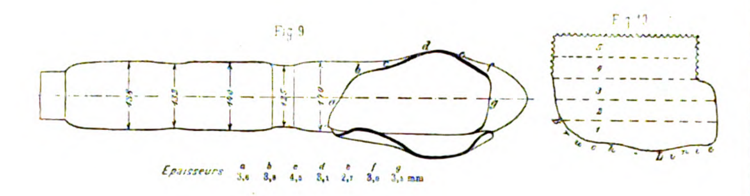


Fig. 9 et 10.

fut découpé à froid sur la bouteille au point de rupture, au moyen de forages, puis dressé lentement à froid au moyen de la presse, pour servir aux essais. On en tira 5 éprouvettes marquées de 1 à 5 : les éprouvettes 1, 2, 3 furent, telles quelles, essayées à la traction, tandis que les éprouvettes 4 et 5 furent préalablement recuites.

Les résultats de l'épreuve à la traction sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Désignation	Épaisseur a	Largr b	Section ab	Limite d'élasticité P	Limite d'élasticité $\frac{P}{ab}$	Charge de rupture P	Charge de rupture $\frac{P}{ab}$	Allongement sur 100 millim.
—	centim.	centim.	centim.²	kilogr.	kilogr. par cm²	kilogr.	kilogr. par cm²	°/°
			1° 3 éprouvettes prises à l'état initial :					
1	0,34	1,90	0,65	(3600)	(5538)	3750	5769	5,2
2	0,34	2,16	0,73	»	»	4020	5507	4,6
3	0,34	2,21	0,75	(4250)	(5667)	4400	5867	4,8
			Moyenne.		(5602)	»	5714	4,9
			2° 2 éprouvettes essayées après recuit :					
4	0,35	2,29	0,80	2600	3250	3950	4938	17,7
5	0,37	2,20	0,81	3000	3704	4160	5136	21,0
			Moyenne.		3477	»	5037	19,4

Les limites d'élasticité des éprouvettes prises à l'état initial ont été trop sommairement déterminées pour être considérées comme bien exactes.

Il résulte de ces chiffres que l'allongement du métal recuit est $\frac{19,4}{4,9}$ ou 4 fois plus grand que celui de ce même métal pris sur la bouteille après l'explosion.

M. Bach en conclut que, de même que pour les deux autres qu'il avait examinées précédemment, cette bouteille n'avait été que très imparfaitement recuite après sa fabrication.

D'autre part, l'épaisseur de 27 millimètres au point e le plus faible de la paroi était absolument insuffisante. En appliquant la formule :

$$E = p \frac{1,3 r_e^2 + 0,4 r_i^2}{r_e^2 - r_i^2}$$

on trouve, pour l'essai à la pression de 250 atmosphères et un diamètre extérieur de 14 centimètres :

$$E = 250 \times \frac{1,3 \times 7^2 + 0,4 (7 - 0,27)^2}{7^2 - (7 - 0,27)^2} = 5513.$$

Ainsi, en ce point défectueux, le métal travaillait à un effort sensiblement égal à sa résistance limite à l'état non recuit.

Cette bouteille avait été soumise à l'essai réglementaire le 11 novembre 1895, et le procès-verbal d'épreuve indique qu'elle avait bien résisté à la pression intérieure de 250 atmosphères sans qu'on eût constaté de déformation permanente. Malgré cela, elle a tout de même fait explosion.

Il paraît donc indispensable de se conformer strictement, pour la confection des bouteilles, aux principes fondamentaux énoncés plus haut : *Résistance et ténacité suffisantes pour le métal; — Épaisseur suffisante de la paroi; — Recuit parfait des bouteilles après leur fabrication.*

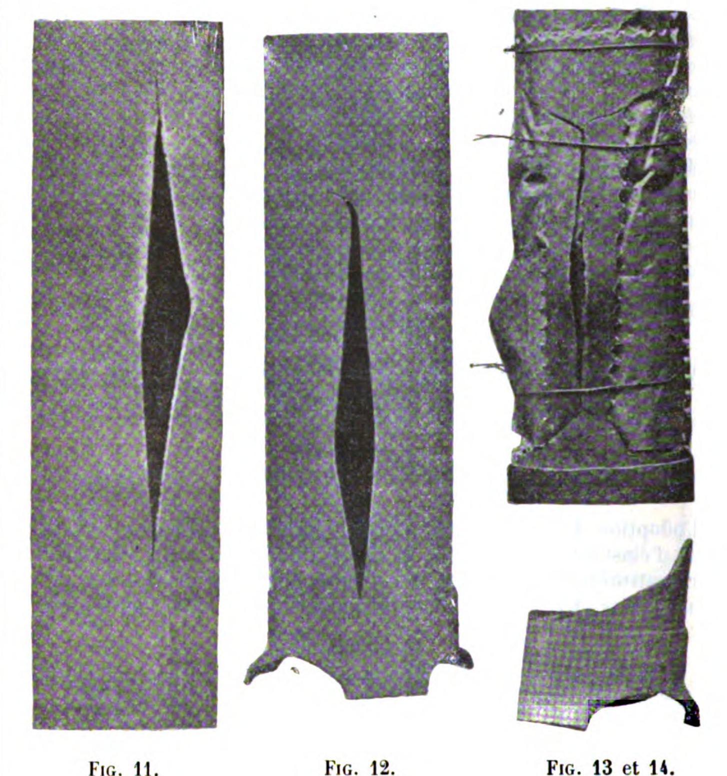
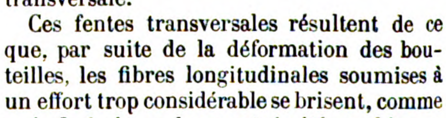


Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13 et 14.

Lorsqu'une bouteille a été convenablement recuite et qu'elle éclate pendant l'épreuve de pression à l'eau, la ligne de rupture prend généralement une direction différente de celle qu'on remarque sur les bouteilles non recuites ou mal recuites.

On a représenté, figures 11 et 12, l'éclatement de bouteilles bien recuites; figures 13 et 14, des fragments de bouteilles non recuites; la figure 15 montre l'extrémité inférieure d'une bouteille imparfaitement recuite. On constate, dans les figures 13, 14 et 15, que la ligne de rupture a une plus grande tendance à prendre une direction transversale que dans la figure 12; dans la figure 11 on ne remarque aucune rupture transversale.

Fig. 15.



Ces fentes transversales résultent de ce que, par suite de la déformation des bouteilles, les fibres longitudinales soumises à un effort trop considérable se brisent, comme le font celles d'une poutre qui, fixée à ses deux extrémités, subit une très grande flexion.

En regard des observations de M. Bach, il serait intéressant de citer les expériences faites récemment en Angleterre pour rechercher les causes d'explosion des bouteilles servant au transport des gaz comprimés ou liquéfiés ainsi que les précautions à prendre pour les éviter. Ces essais de la Commission anglaise ont fait l'objet d'un rapport dont nous nous proposons de donner prochainement une analyse détaillée.

Ernest Hubou,
Ingénieur civil des Mines.



ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LE PROGRÈS DES INDUSTRIES TEXTILES AUX ÉTATS-UNIS

(Suite et fin[1].)

INDUSTRIE DE LA SOIE. — Le lin et le chanvre ayant peu d'importance aux États-Unis, la soie est la troisième industrie textile. Elle est aussi celle dont les progrès sont le plus récents, quoique, dès les débuts de la colonisation, on ait pensé que le climat des colonies du sud était favorable à l'élevage des vers à soie ([2]). On l'a encouragé au XVIIIe siècle, la Caroline et la Géorgie ont exporté un peu de soie en Angleterre ([3]). On filait la soie; c'était une industrie toute domestique. On la tissait même, mais en très petite quantité : on raconte qu'un gouverneur du Connecticut fut, en 1747, le premier à porter des bas et un habit de soie fabriqués en Amérique. Après l'émancipation, la législature du Connecticut encouragea l'élevage par des primes et Mansfield fut une des localités où il réussit. Plus tard, en 1830, cette localité était encore le centre principal de l'industrie de la soie; les trois quarts des familles s'y adonnaient, élevant les vers et fabriquant de la soie grège ou du fil et tissant des rubans, des boutons et des mouchoirs; le nombre des broches de filature était de 150 et on avait profité d'une chute d'eau pour créer, dès 1810, une petite fabrique.

En 1828, le Congrès fit publier un manuel de la culture de la soie; la législature du Massachusetts en fit autant trois ans après et, pendant une dizaine d'années, les Américains s'éprirent d'une espèce de mûrier, le multicaulis, dont ils espéraient de magnifiques résultats, mais qui trompa leurs espérances. Jusqu'ici, ils n'ont pas réussi à produire la matière première; mais, depuis l'année 1850, ils ont fait de très remarquables progrès dans la fabrication.

Ils importaient et ils importent encore des soieries étrangères; mais cette importation, qui avait beaucoup augmenté de 1840 à 1872, est restée à peu près stationnaire depuis cette dernière année ([4]). La manufacture américaine lui barre la route en prenant elle-même une place plus large d'année en année ([5]) et, ne se croyant pas assez forte pour résister par elle-même, elle a invoqué le secours de droits de douane presque prohibitifs. Mais les Américains importent la matière première en quantité croissante. En 1850, cette importation était de 120010 livres; après la guerre, en 1870, elle était de 583000 livres et, en 1891-1892, elle était devenue douze fois plus considérable : 7521000 livres ([6]), pendant que l'importation des soieries augmentait peu.

Les chiffres des census confirment, en la complétant, la notion de ce rapide développement, quoique quelques-uns de ces chiffres paraissent médiocrement concorder entre eux. Néanmoins, la comparaison de la valeur donnée pour le total de la production, qui s'est élevé à 1,8 million de dollars en 1850, à 12,2 en 1870 et à 87,2 en 1890, est suffisamment démonstrative ([7]). En 1891, le mouvement s'est encore accéléré: la crise de 1893 l'a ramené en arrière.

---

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, nº 14, p. 218; nº 15, p. 233.

(2) Un acte colonial de la Virginie de 1656 (abrogé peu de temps après) imposait une amende à tout planteur qui n'avait pas au moins dix mûriers. En 1747, dit-on, le gouverneur Law porta le premier habit de soie fabriqué en Amérique.

(3) Dans la première moitié du XVIIIe siècle, la Caroline a exporté une quantité variable, suivant les années, de 5 à 100 livres de soie. La Géorgie exportait davantage dans la seconde moitié du siècle; son exportation s'est élevée jusqu'à 1 084 livres de soie brute en 1768.

(4) Importations des soieries aux États-Unis (Census de 1880 et *Statistical Abstract*, 1894).

1830. . .	5,7	millions de dollars.	1870. . .	23,8	millions de dollars.
1839. . .	21,6	—	1872. . .	36,4	—
1840. . .	9,5	—	1880. . .	32,2	—
1850. . .	17,6	—	1890. . .	38,6	—
1860. . .	32,9	—	1894. . .	24,8	— (crise).

(5) A la consommation totale de la soie, la production nationale a fourni, aux États-Unis, 13 % en 1860, 23 en 1870, 38 en 1880 et 55 en 1890.

(6) Importation de la soie brute aux États-Unis, 1845-1894 :

Années.	Milliers de livres de soie brute.	Valeur totale de la soie brute, des œufs, cocons et déchets	
1845	62	0,2	millions de dollars.
1850	120	0,4	—
1855	257	0,7	—
1860	297	1,3	—
1865	290	1,2	—
1870	583	3,0	—
1875	1 101	4,5	—
1880	2 562	12,0	—
1885	3 424	12,9	—
1890	5 943	23,2	—
1891	4 917	19,1	—
1892	7 521	25,0	—
1893	7 422	29,8	—
1894	7 956	16,2	—

(7) Fabrication de la soie (d'après le *census*) :

	1850.	1860.	1870.	1880.	1890.
Établissements	67	139	86	382	472
Capital (dollars)	678 000	2 936 009	6 231 000	19 125 000	51 007 000
Employés	1 723	5 435	6 649	31 337	50 913
Broches	»	»	12 040	508 137	1 254 798
Métiers	»	»	1 439	8 474	28 525
Matières premières	1 093 860	3 901 777	7 817 559	22 467 701	51 004 425
Produits (dollars)	1 809 474	6 607 662	12 210 080	41 033 045	87 298 454

Avant la guerre, en 1860, le Connecticut, le New-York et la Pennsylvanie possédaient les principales fabriques de soieries. En 1890, le New-Jersey (Paterson, etc.), les avait dépassés et occupait le premier rang ([1]).

L'outillage a été complètement renouvelé et rendu plus puissant. La première fabrique de fils de soie, celle de Mansfield (Connecticut), bâtie en 1810, n'était qu'une petite maison en bois. La première fabrique de tissus de soie fondée à Paterson en 1840, était aussi une petite maison. Le tarif Morrill qui, en 1861, a imposé un droit de 60 % à l'importation et la guerre, ainsi que le papier-monnaie, gênant l'importation, ont favorisé la production nationale. Le nombre des broches d'espèces diverses a décuplé aux États-Unis depuis 1870; celui des métiers a augmenté davantage ([2]). Le nombre des ouvriers a plus que septuplé. C'est à peu près la proportion d'accroissement de valeur des produits; mais, comme le prix moyen des soieries a beaucoup diminué, il en résulte que la quantité produite par ouvrier a beaucoup augmenté. Les fabricants se sont appliqués à donner plus de rapidité à leurs machines; ils ont monté des broches faisant 12 000 à 15 000 tours par minute. Une telle vitesse exige de bonne matière première : la soie du Japon, dont l'importation augmente, la fournit. Toutefois, beaucoup de fabricants trouvent cette vitesse excessive et préfèrent celle de 10 000 à 7 500 tours. La qualité du tissu est souvent médiocre. On fabrique surtout des rubans dont les Américaines font une grande consommation, de la passementerie, des étoffes unies ou façonnées pour robes ([3]) et surtout des foulards, du fil à coudre ([4]), des mouchoirs, article qui était plus important en 1880, mais qui a reculé devant la concurrence japonaise.

Le rédacteur du census de 1890 signale, outre la quantité produite et la transformation de l'outillage, les progrès accomplis dans la beauté des dessins et des couleurs, dans la variété des articles et dans le bon marché. Les Américains font, depuis la fin de la guerre de la rébellion, de prodigieux efforts pour se rendre maîtres et seuls maîtres de leur marché national; le Congrès les y a aidés par des tarifs exorbitants, et ils y ont travaillé eux-mêmes en se perfectionnant.

En rapprochant la valeur des importations de soieries et celle de la fabrication indigène, on trouve que cette fabrication produisait 13 % de la consommation des articles de soie aux États-Unis en 1860, 23 % en 1870, 38 % en 1880, 55 % en 1890. Elle gagne donc rapidement du terrain sur un marché qui va sans cesse en s'élargissant, parce que la population augmente et parce que le luxe fait des progrès dans cette population. Ce qui soutient cet effort de la fabrication américaine, ce n'est pas tant le luxe des grandes fortunes qui demande surtout des soieries étrangères, c'est le luxe du peuple. Ainsi que je l'ai dit plus haut, l'esprit démocratique pousse la femme et plus encore la fille de l'ouvrier à s'habiller comme sa patronne, à porter des étoffes et des rubans de soie, et le très bon marché est la condition du succès avec cette clientèle. C'est pourquoi la France, qui tient le premier rang dans le monde par l'importance de sa fabrique, a lutté avec peine et voit sa place se réduire sur le marché américain ([5]), tandis que le Japon s'en fait une plus large et commence à inquiéter davantage les fabricants du New-Jersey.

Avant la guerre de la rébellion, les États-Unis ne comptaient pour ainsi dire pas parmi les pays manufacturant la soie. Ils ont monté en vingt-cinq ans jusqu'au second rang, immédiatement au-dessous de la France; d'après leur dernier census, la valeur totale de leur production aurait doublé de 1881 (41 millions de dollars) à 1890 (87,3 millions) ([6]).

E. LEVASSEUR,
de l'Institut.

---

(1) Voici, en 1890, les cinq États dont la production était la plus forte :

New-Jersey	30,7	millions de dollars.
New-York	19,4	—
Pennsylvanie	19,3	—
Connecticut	9,7	—
Massachusetts	5,5	—

(2) Le nombre total des métiers à la main de grande largeur a beaucoup diminué (1 629 en 1880 et 413 en 1890), celui des métiers étroits à la main est resté à peu près le même (1 524 et 1 334); le nombre total des métiers mécaniques paraît avoir quintuplé depuis 1880. On ne peut tirer aucune conclusion du capital, parce que le mode d'enregistrement a changé en 1880.

(3) La production des tissus pour robes a augmenté de 4,1 millions de dollars en 1880 à 15,1 en 1890.

(4) En 1850, la soie à coudre représentait les deux tiers de la production avec une valeur de 1 209 000 dollars; en 1890, elle avait une valeur de 7 millions. De 1880 à 1890, la valeur des fils de soie n'a augmenté que de 4,2 %, tandis que la quantité augmentait de 41,5 %, preuve de la diminution des prix. L'usage de la machine à coudre a beaucoup contribué à l'augmentation de la consommation des fils de soie,

(5) L'exportation d'articles de soie de France pour les États-Unis avait (d'après les douanes françaises) une valeur, année moyenne, de 83,7 millions de francs de 1847 à 1856; de 1891 à 1894, la valeur était de 60 millions. Cependant l'importation totale des articles de soie aux États-Unis a augmenté.

(6) Le census de 1890 évalue à 87,3 millions de dollars, soit environ 440 millions de francs, la production des industries de la soie aux États-Unis. M. Natalis Rondot réduit ce chiffre, estimant à 1 863 millions de francs la production totale des fabriques de soie dans le monde civilisé. Il assigne dans ce total 610 millions à la France, 400 aux États-Unis, 305 à l'Empire allemand, 132 à la Suisse, 90 à l'Angleterre, 81 à l'Asie orientale (Chine, Japon, Inde, etc.).



HYDRAULIQUE

CAPTAGES D'EAU DE QUIMPER

La ville de Quimper ayant dernièrement reconnu la nécessité d'augmenter la quantité d'eau potable distribuée à ses habitants, s'est trouvée aux prises avec de sérieuses difficultés, car la plupart des sources situées dans ses environs sont utilisées, et l'adduction de celles plus éloignées aurait entraîné à des dépenses trop considérables. Sur l'avis de M. Considère, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, la municipalité confia à M. Soulié, Ingénieur des Ponts et Chaussées, l'étude d'un projet basé sur le système des galeries de captage creusées dans le granit précédemment employé par M. Lesguillier pour les distributions d'eau de Limoges (1875) et Rennes (1876). Ce système fut, d'ailleurs, perfectionné par des précautions supplémentaires, recommandées par M. Considère, et que cet Ingénieur a décrites dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (1). Il nous paraît intéressant d'analyser succinctement ce procédé, car il est susceptible de trouver de nombreuses applications.

La région granitique qui entoure Quimper renferme de nombreux vallons dont le fond, occupé par des prairies, est bordé de coteaux à pentes assez fortes. Quand on fait une excavation dans ces prairies, on rencontre, d'abord, une couche de sol végétal A de $0^{m}40$ à $0^{m}80$ d'épaisseur presque imperméable, puis un mélange de produits détritiques, pierres, graviers et sables très perméable B; ensuite, à une profondeur de 2 à 5 mètres, les produits arénacés de la décomposition du granit C, et enfin le granit vif D à une profondeur de 3 à 7 mètres (fig. 1). Sur les coteaux, la constitution est analogue, mais les couches sont moins épaisses, et la terre végétale y est plus perméable et n'est jamais tourbeuse. Les couches détritiques et arénacées des prairies,

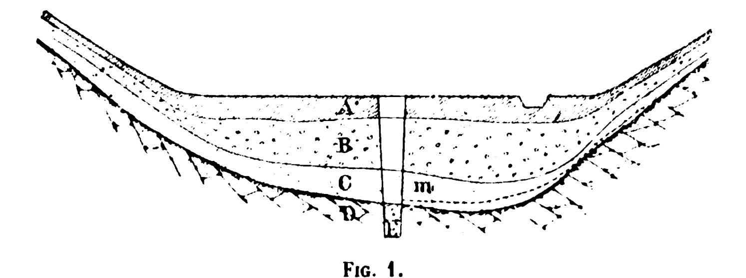


Fig. 1.

des coteaux et des plateaux sont en communication directe et forment un immense filtre imbibé plus ou moins, suivant la saison, des eaux qui cheminent sur le granit vif vers les thalwegs. Pour obtenir des sources artificielles, il suffit de pratiquer dans ce filtre des drains ou galeries de captage.

Ainsi que le fait remarquer M. Considère, pour obtenir des eaux présentant toutes les chances de pureté, il est nécessaire que ces galeries soient descendues au-dessous du dépôt arénacé qui recouvre le granit, et qui est en communication directe et facile avec la couche détritique supérieure. C'est parce que cette précaution n'a pas été observée dans la galerie de captage de Limoges que ces galeries fournissent des eaux qui, quoique saines et suffisamment limpides, n'ont pas le degré de pureté qu'elles pourraient avoir. En établissant le fond des aqueducs de captage dans le roc vif, et en l'isolant des couches supérieures, on pourra ne recueillir que des eaux sortant des fissures de la roche ou ayant fait un parcours plus ou moins long dans les couches arénacées qui constituent un filtre excellent. Faites avec soin, les captations artificielles peuvent être supérieures aux sources, car les canaux souterrains de ces dernières peuvent communiquer avec la surface et recevoir des eaux non filtrées, tandis que si, dans l'établissement des galeries de captage, on rencontre des failles ou accidents de terrain pouvant donner accès à des eaux imparfaitement filtrées, on peut remplacer l'aqueduc absorbant par un canal absolument étanche dans la traversée des terrains suspects.

Les considérations précédentes supposent, d'ailleurs, que les couches filtrantes du sol soient rétablies, au-dessus des aqueducs, après leur exécution, ainsi que la couche argileuse superficielle qui empêche l'accès direct des eaux de surface. C'est, sans doute, parce que ces conditions n'avaient pas été réalisées à Lorient, que les captages pratiqués pour cette ville ont été imparfaits, et c'est pour éviter cet inconvénient que M. Considère a adopté, pour les galeries de Quimper, les dispositions que nous allons indiquer.

Dans le fond de la fouille, établi (fig. 2) autant que possible dans le roc vif, on pose à sec la première pierre de chaque piédroit, afin de ne pas aveugler les sources qui surgissent du radier par les fissures du granit. On garnit d'éclats de pierres les vides qui restent entre les queues de ces pierres et le radier; on pose les deux autres pierres de chaque piédroit au mortier de ciment de Portland, et on remplit de mortier l'espace qui reste entre leurs queues et le rocher. On scelle au mortier de ciment la dalle *d* et on la recouvre d'une couche de béton de ciment *c* qu'on relève sur les bords et qu'on protège par une chape mince en mortier riche de ciment.

Si l'on remblayait ensuite la tranchée en y jetant pêle-mêle les matériaux extraits, comme le roc est traversé de nombreuses fissures qui peuvent établir des communications directes, telles que *m n p*, par exemple, entre le remblai très perméable et l'aqueduc, les eaux entraîneraient dans cet aqueduc l'argile et la tourbe du remblai. Pour prévenir ce danger, M. Considère avait d'abord songé à prescrire la séparation complète des matériaux des diverses couches pendant le creusement de la tranchée et leur emploi séparé et méthodique pour reconstituer les couches du terrain naturel; mais il a reconnu que ce travail serait impraticable, même avec la surveillance la plus active. Cet Ingénieur a estimé alors qu'il y avait lieu de recouvrir la couche de béton d'une couche de sable de mer siliceux S, absolument exempt de matières terreuses et assez fin pour filtrer parfaitement l'eau qui la traverserait. L'épaisseur moyenne de cette couche est de $0^{m}80$, mais, pour en tirer le meilleur parti possible, on en a relevé les bords contre les parois de la tranchée, suivant le talus le plus roide que le sable pouvait conserver, afin de masquer les fissures de ces parois sur la plus grande hauteur possible.

On a pratiqué ensuite le remblayage de la tranchée en employant d'abord et en pilonnant avec soin les parties les plus sablonneuses du déblai, de façon à obtenir en quelque sorte un filtre dégraisseur au-dessus du premier.

On comprend que, grâce à ces dispositions, aucun filet d'eau ne peut arriver à l'aqueduc sans traverser, outre le granit vif et fissuré,

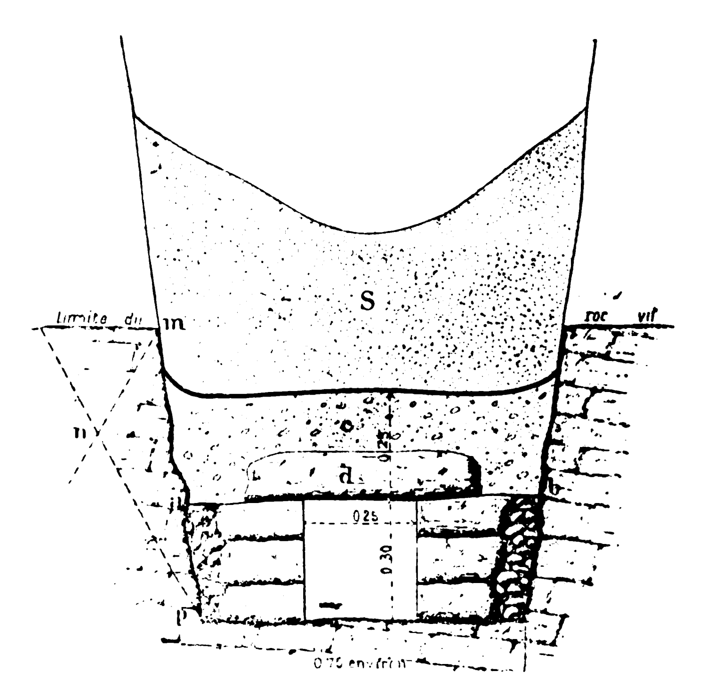


Fig. 2.

une épaisseur de sable pur ou d'arène non remanié suffisante pour assurer sa filtration complète. Néanmoins, par surcroît de précaution, on a donné à la surface extérieure du sol un relief au-dessus de la tranchée qui rejette les eaux sur les côtés.

Le procédé que nous venons de décrire a donné des résultats absolument satisfaisants. Les eaux fournies par les aqueducs n'ont cessé, un seul instant, d'être parfaitement limpides, et l'examen bactériologique a donné des indications aussi favorables que l'analyse chimique. Au mois de novembre 1895, le débit des eaux ayant passé rapidement du minimum d'étiage à un volume plus que double, il a balayé les aqueducs et les tuyaux et dans l'eau, d'ailleurs limpide, on a remarqué la présence de flocons légers, qui avaient d'abord jusqu'à 2 et 3 millimètres de diamètre mais qui ont rapidement diminué de dimensions et qui ont disparu au bout de quelques jours. L'examen bactériologique qui en a été fait a montré que ces flocons provenaient de conferves inoffensives qui s'étaient développées dans les aqueducs incomplètement pleins d'eau pendant la saison sèche. M. Considère pense qu'à l'avenir il sera facile d'entraîner rapidement ces conferves par une chasse faite au moment des premières grandes pluies d'automne.

Le volume des eaux fournies a également répondu aux prévisions. Le débit minimum observé à la veille des premières pluies d'automne a été de 1 200 mètres cubes par vingt-quatre heures et le débit maximum, observé le 19 janvier 1895, a été de 3 800 mètres cubes.

La longueur totale des aqueducs de captage est de 1 872 mètres. La profondeur moyenne des tranchées a été de 4 mètres et la dépense par mètre courant d'aqueduc s'est élevée à la somme de 26 fr. 15, se décomposant ainsi :

Déblai de la tranchée, terre, sable et roc vif . .	Fr.	6,75
Aqueduc de $0^{m}25$ sur $0^{m}30$		12 »
Fourniture et transport du sable formant filtre . . .		4,60
Remplissage en régie des tranchées.		2,80
Total.	Fr.	26,15

La dépense des regards, vidanges, etc., rapportée au mètre courant d'aqueduc, étant de 3 fr. 25, le mètre courant de captage a donc été de 29 fr. 40.

A cette dépense, il faudrait ajouter le prix des terrains qui varie, d'ailleurs, dans d'énormes proportions, suivant la largeur des terrains acquis et les circonstances locales.

D.

(1) Livraison d'avril 1896.

CORRESPONDANCE

La production de l'or en Russie, en 1895.

A MONSIEUR LE SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION DU *Génie Civil*.

Dans le tableau de la production de l'or pour les deux années 1895 et 1896 que le *Génie Civil* a publié dans son avant-dernier numéro [1], la quantité attribuée à l'Empire Russe pour 1895 s'élevait à 47 825 kilogr., d'après l'*Engineering and Mining Journal* de New-York, et on faisait remarquer que ce chiffre différait sensiblement de celui de 36 408 kilogr., donné dans la Statistique minérale du Ministère des Travaux publics de France.

La publication officielle russe du Bureau des Mines du Ministère de l'Agriculture et des Domaines *(Sbornik Statistitcheskikh Svédénii o gornozavodskoï promuichlennosti Rossii)*, n'a pas encore paru pour l'exercice en question; mais nous venons de recevoir officieusement communication des chiffres, non encore complètement définitifs, de la production de l'or en Russie en 1895. Ces chiffres sont les suivants :

	Pouds.	Livres.	Kilogrammes.
Finlande		10	4,095
Oural	594	12	9 734,040
Sibérie occidentale. .	162	15	2 659,540
— orientale. . .	1 752	7	28 698,875
TOTAL.	2 508	44	41 096,550

Ils représentent l'or *brut* livré par les exploitants aux fonderies impériales qui, seules, d'après la loi, peuvent le recevoir, le titrer et l'acheter. Si l'on admet que l'or vierge de l'Oural et de la Sibérie est au titre moyen de $^{900}/_{1000}$ de fin, la quantité d'or *pur* produit par l'Empire Russe aurait été de :

$$41\ 096^{kg}550 - 4\ 109^{kg}655 = 36\ 986^{kg}895$$

chiffre presque identique à celui que donne la Statistique minérale.

D'autre part, l'*Engineering and Mining*, en donnant la production de l'Empire Russe pour les six dernières années fait les remarques suivantes : « Tout l'or extrait en Russie doit, en théorie, être déposé dans les succursales de la Monnaie (fonderies et laboratoires d'essai). Donc, toujours en théorie, les chiffres de la Monnaie devraient représenter la production dans son entier; mais on a l'habitude de tenir compte de l'or qui reste entre les mains des exploitants et de celui que volent les ouvriers. D'après les sources les plus sûres, il semble que 10 °/₀ doivent être ajoutés aux chiffres de la Monnaie; quelques personnes pensent même que l'on devrait ajouter davantage et des Ingénieurs familiers avec les placers de la Transbaïkalie, estiment à 20 ou 25 °/₀ l'or qui n'arrive pas à la Monnaie... Somme toute, une majoration de 10 °/₀ parait raisonnable ».

Si l'on admet que l'*Engineering and Mining* ait pris comme représentant de l'or *pur* les chiffres russes, qui se rapportent à de l'or *brut*, et les ait majorés de 10 °/₀, le résultat serait :

$$41\ 096^{kg}550 + 4\ 109^{kg}655 = 45\ 206^{kg}205.$$

En ce qui concerne la production du Transvaal, les chiffres communiqués par la Chambre des Mines de Johannesburg sont les suivants :

Pour le Witwatersrand	2 277 635	onces troy d'or *brut*.
Pour les autres districts du Transvaal.	271 401	— — —
TOTAL.	2 549 036	onces troy d'or *brut*.

L'*Engineering and Mining* admet que l'or du Transvaal est au titre de $^{816}/_{1000}$; les onces d'or *fin* sont donc :

$$2\ 080\ 013 = 64\ 697 \text{ kilogrammes.}$$

Quant au chiffre donné par la Statistique minérale, il correspond au nombre de kilogrammes d'or *brut* du district de Witwatersrand *seul :*

$$2\ 277\ 635 \times 31{,}1 = 70\ 834 \text{ kilogrammes}$$

ou à la quantité d'or *fin* de l'ensemble du Transvaal, en admettant un titre de $^{885}/_{1000}$:

$$2\ 549\ 036 \times 0{,}885 = 2\ 255\ 896$$

$$2\ 255\ 896 \times 31\ 104 = 70\ 167 \text{ kilogrammes.}$$

Il est donc probable que les chiffres de la Statistique minérale et ceux de l'*Engineering and Mining* sont identiques au fond, puisqu'ils sont, somme toute, communiqués par les bureaux compétents de chaque pays intéressé. Les divergences qu'ils présentent viennent de la différence dans les unités officielles de poids et de l'incertitude qu'il y a, en établissant un total, à prendre un titre moyen de finesse. Les statistiques russes devraient donner avec la plus grande exactitude la quantité d'or fin produit, puisque les bureaux du Gouvernement non seulement reçoivent l'or brut et le titrent, mais encore délivrent aux exploitants un certificat détaillé portant le poids d'or fin.

Pour le Transvaal, la Chambre des Mines continue à donner le nombre d'onces brutes, bien qu'on ait énoncé le désir d'avoir le chiffre officiel des onces fines et que les exploitants, presque tous munis de bureaux d'essai, connaissent exactement leur production en fin.

Ces deux changements, purement de forme, permettraient d'éviter des discordances qui peuvent surprendre si l'on ne prend garde aux circonstances qui les accompagnent.

Veuillez agréer, etc. R. DE BATZ.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 15, p. 235.

INFORMATIONS

Nouvelle méthode de M. Marcel Deprez pour la recherche des défauts dans une armature.

Le *Génie Civil* a indiqué dans son avant-dernier numéro, d'après un article de l'*Electrical Review*, une méthode due à M. Brousse, permettant de déterminer dans une armature la bobine défectueuse, sans rompre les connexions.

Outre l'inconvénient d'exiger une batterie d'accumulateurs et l'emploi d'un ampèremètre, cette méthode n'est pas exempte d'une critique très importante. Elle se base, en effet, pour déterminer le défaut dans l'armature, sur l'observation d'un maximum ou d'un minimum: or on sait combien est difficile la détermination, par expérience, d'un tel point d'une courbe ou d'une fonction: on y arrive néanmoins après une série de tâtonnements, mais non sans une perte de temps qui en fait à ce point de vue une méthode peu industrielle.

La méthode de M. Marcel Deprez donne, au contraire, immédiatement et avec certitude la bobine défectueuse.

Elle est basée sur le principe suivant : Prenons un fil indéfini A B, parcouru par un courant, portant en différents points m, m', m'', des points de jonction avec d'autres conducteurs $m\,c$, $m'\,d$, $m''\,e$ parcourus aussi par des courants, et promenons sur ce conducteur A B,

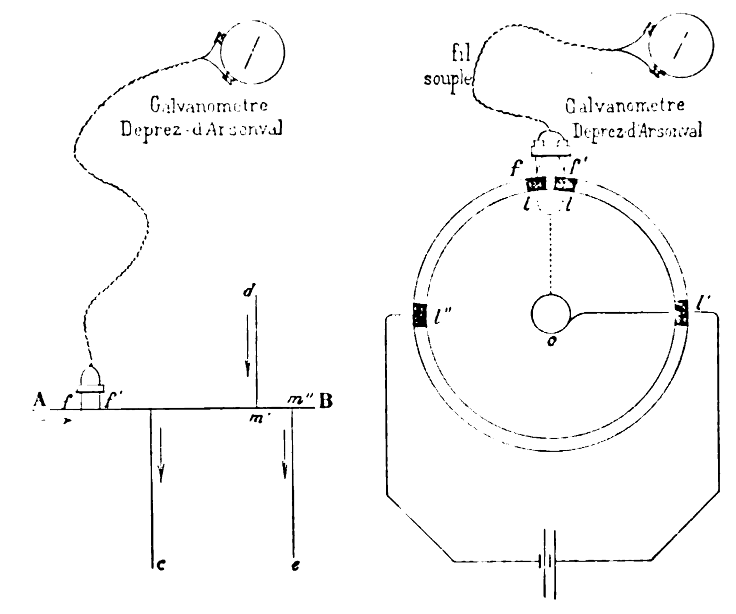


FIG. 1 et 2.

une petite fourche ff' dont les deux branches, isolées l'une de l'autre, sont réunies respectivement à l'aide d'un fil souple aux deux bornes d'un galvanomètre Deprez-d'Arsonval [1].

Tant que les deux points ff' glisseront sur la partie A m du fil A B, la déviation du galvanomètre sera constante, puisque la différence de potentiel entre les branches ff' reste constante : mais vient-on, en faisant glisser la fourche, à passer sur le point m, de façon que ce point soit compris entre f et f', il y aura variation brusque de la différence de potentiel entre ces deux points, et, par suite, déviation brusque du galvanomètre dans un sens ou dans l'autre, indiquant qu'on se trouve à cheval sur un point de jonction. Il en sera de même pour les points m', m''

C'est cette méthode que M. Marcel Deprez a appliquée aux armatures.

On commence par fabriquer une petite fourche ayant comme écart entre ses deux branches la largeur exacte d'une des lames du collecteur. Comme l'indique la figure 3, cette petite fourche peut être faite très facilement à l'aide de deux petites lames de cuivre ff' tordues à angle droit et pincées entre deux lames d'ébonite $e\,e'$, le tout étant maintenu par une vis de pression v; on peut ainsi faire varier à volonté l'écart des deux lames ff' suivant l'armature que l'on veut essayer. Chacune des lames est munie d'une borne à laquelle on vient attacher l'une des extrémités d'un fil souple à deux brins, permettant un déplacement facile de l'ensemble; on a ainsi une sorte de pinceau que l'on promène sur la surface du collecteur.

Nous représenterons l'armature par son collecteur. Soient C le collecteur, O l'arbre de la machine (fig. 2); nous supposerons, comme c'est le cas le plus général, qu'une des bobines de l'armature communique avec la carcasse et par suite avec l'arbre, soient ll les lames du collecteur correspondant à cette bobine; nous représenterons par la ligne pointillée l_o le défaut que l'on cherche.

On met en communication électrique, à l'aide d'un fil ol' quelconque, l' du collecteur avec l'arbre O et on attache en l' et en l'' quelconque, les deux extrémités d'un circuit $l'\,p\,l''$ contenant un ou deux

(1) Nous rectifions ici une petite erreur qui s'est glissée dans la figure schématique accompagnant l'article que nous avons publié sur le même sujet, d'après l'*Electrical Review*, dans notre avant-dernier numéro. C'est *Galvanomètre Deprez-d'Arsonval* qu'il faut lire.

éléments Leclanché. On promène ensuite sur la surface du collecteur la petite fourche ff' et on observe le galvanomètre Deprez-d'Arsonval ayant un cadre de faible résistance.

Les deux touches ll communiquant avec l'arbre sont toutes les deux au même potentiel et tant que la fourche, partie de l', se promènera entre l' et l, on n'observera pas de déviation du galvanomètre; mais sitôt que la fourche sera à cheval sur ll on verra le galvanomètre dévier brusquement : on aura donc trouvé immédiatement la bobine défectueuse.

Si l'armature comporte plusieurs bobines défectueuses, on procédera par élimination : on découvrira, par la méthode que nous venons

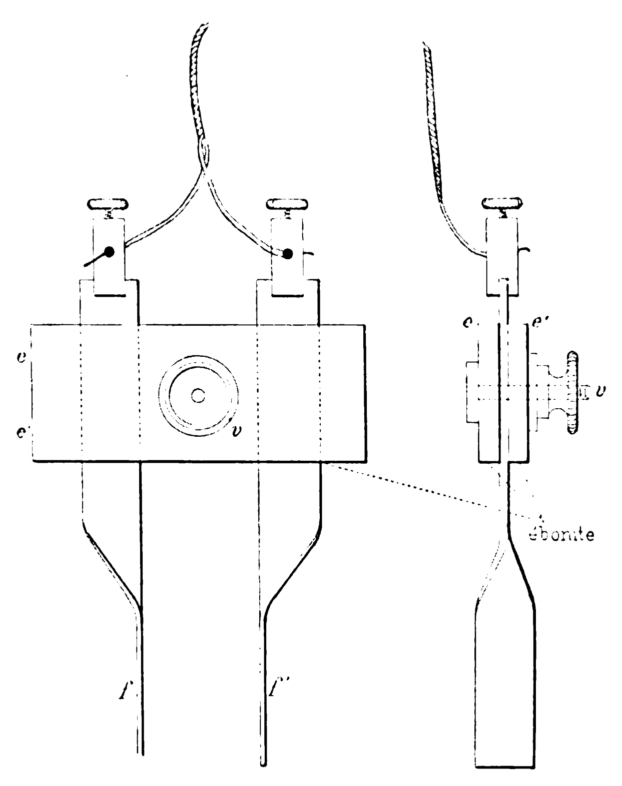


Fig. 3.

d'indiquer, la première bobine défectueuse l; cette découverte faite, on attachera le fil pl' en l en supprimant ol' et on fera la même recherche pour les autres bobines.

On voit immédiatement qu'on peut essayer aussi, par le même procédé, les lames d'un collecteur. Si, en effet, deux lames communiquent entre elles par défaut d'isolement, quand la fourche passera sur ces deux lames, le galvanomètre n'indiquera pas de déviation puisque ces deux lames sont au même potentiel.

Enfin cette élégante méthode est générale et encore applicable au cas où le défaut cherché présente un isolement défectueux moins complet que le cas, beaucoup plus fréquent dans la pratique, que nous avons envisagé.

Ajoutons, pour terminer, que cette méthode a été appliquée dès 1894 par Marcel Deprez et qu'elle est encore aujourd'hui couramment employée au Laboratoire d'Electricité du Conservatoire des Arts et Métiers. F. V.

Télégraphie sans fils.

On sait que, depuis quelques années, d'assez nombreuses recherches ont été faites en vue d'obtenir la transmission des signaux par l'électricité sans le secours d'aucun fil. Diverses expériences ont été faites à ce sujet, tant en France qu'en Allemagne, en Angleterre et aux Etats-Unis. Dans une récente conférence faite à Thynbie Hall (Londres) par M. W. H. Preece, Ingénieur-électricien du Post Office, l'auteur, après avoir exposé les principes de la télégraphie sans fils et rappelé qu'ils ont leur origine dans les beaux travaux de Hertz sur les vibrations électriques, a présenté et fait fonctionner un appareil construit sur ces principes par un Italien, M. Marconi. Cet appareil se compose d'un radiateur électrique émettant l'effluve invicible qui vient agir à distance et sans aucun lien intermédiaire, sur un petit électro-aimant mettant en jeu une sonnerie. Le transmetteur et le récepteur étaient enfermés dans des boites semblables qui furent placées aux deux extrémités de la salle et, au cours de la conférence, l'inventeur fit sur l'une des signaux d'appels qui se traduisirent sur l'autre par un bruit de sonnerie.

Cet appareil est, sans doute encore très imparfait, mais M. Preece a néanmoins exprimé l'espoir qu'il pourrait rendre de grands services. Il a annoncé qu'au cours d'essais faits avec M. Marconi, il avait pu, avec son appareil, transmettre des signaux à 1 200 mètres de distance.

Le gouvernement anglais va, parait-il, faire exécuter des expériences entre la côte de Penorth et l'ile de Guernesey, soit sur une distance d'environ 100 kilomètres.

Fonçage des puits au Witwatersrand.

On sait que depuis deux ans environ l'exploitation des mines d'or « deep level », c'est-à-dire ou les gisements se trouvent à une grande profondeur, est entrée dans la pratique au Transvaal. Une centaine de puits verticaux ont été commencés, un grand nombre d'entre eux ont rencontré la couche aurifère, et chaque jour voit naître l'installation d'un nouveau fonçage. Les directeurs des mines rivalisent entre eux pour atteindre le « le record » de la vitesse de fonçage, qui doit appartenir aujourd'hui à celui de la Vogelstruis Consolidated Deep. Au mois de décembre 1896, le puits central de cette mine a été foncé de 141 pieds (43 mètres), soutènements en bois compris. Si l'on considère que les dimensions du puits sont de 4m880 × 1m677, nous croyons que c'est la première fois qu'on a atteint une vitesse aussi grande dans le fonçage des puits.

Varia.

Exposition de 1900. — L'adjudication des travaux de fondations du Pont Alexandre III sur la Seine a eu lieu, le 24 février, au Commissariat général de l'Exposition de 1900. La mise à prix était de 1 875 000 francs.

Huit soumissionnaires se sont présentés. M. Letellier a été déclaré adjudicataire avec un rabais de 12 0/0.

⁂

Ponts et Chaussées. — Le Ministre des Travaux publics vient de créer un service spécial des jaugeages des cours d'eau. Ce service est placé sous la direction de M. Fargue, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, président de la Commission des annonces des crues, qui aura comme adjoint l'Ingénieur en chef, secrétaire de ladite Commission.

⁂

Distinction honorifique. — M. Joly, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Dunkerque, est promu officier dans l'ordre de la Légion d'honneur.

⁂

Nominations. — M. Jozon, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, est chargé du 3e arrondissement d'inspection.

M. Dupin, Ingénieur des Ponts et Chaussées, est chargé du service ordinaire du département du Cantal, en remplacement de M. Tourtay, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Aurillac, qui est chargé, à Mâcon, du service de Saône-et-Loire.

M. Malterre, Ingénieur des Ponts et Chaussées, est chargé, à Toulouse, du service de la Haute-Garonne (arrondissement du Sud).

NÉCROLOGIE

Adolphe Japy.

Notre collaborateur, M. Adolphe Japy, le grand industriel de Beaucourt, vient de mourir à Paris, le 12 février, dans sa 84e année.

Sorti de l'Ecole Polytechnique en 1834, M. Adolphe Japy entra dans la Maison Japy frères, dont son grand-père Frédéric Japy avait été le fondateur en 1770 et dont il s'occupa activement pendant toute sa longue existence si laborieuse et si bien remplie. Sous son impulsion les établissements de Beaucourt prirent un grand développement et perfectionnèrent considérablement leur outillage mécanique. Parmi les importantes créations auxquelles il s'était plus particulièrement appliqué, nous citerons : la fabrication automatique des vis, qui a pris une très grande extension ; l'installation de toute une série de machines pour l'emboutissage du fer battu ; la fabrication des montres et pendules à bon marché, etc. Les simplifications et les perfectionnements qu'il a apportés dans l'industrie de l'horlogerie sont trop connus pour qu'il y ait lieu d'y insister ici ; la plupart des procédés mécaniques introduits par lui à Beaucourt ont d'ailleurs été ensuite adoptés partout. Nous ajouterons qu'avant et pendant la guerre de 1870 il s'était beaucoup occupé des questions d'armement et en particulier de la fabrication des nouveaux fusils.

Tout en se consacrant plus spécialement à l'étude des questions techniques, M. Japy s'occupait également avec sollicitude des institutions qui pouvaient être utiles aux travailleurs et améliorer leur sort. C'est ainsi qu'il fut le promoteur des importantes cités ouvrières de Beaucourt [1], des sociétés de secours mutuels, des sociétés coopératives de consommation aujourd'hui si florissantes, etc.

M. Adolphe Japy était maire de Beaucourt depuis 1855. Il avait été promu officier de la Légion d'honneur en 1878.

Après un service funèbre à Paris le 15 février, le cercueil a été transporté à Beaucourt où les obsèques ont été célébrées le lendemain au milieu d'une affluence considérable. Au cimetière, des discours ont été prononcés par MM. Albert Japy, neveu du regretté défunt, au nom des établissements de Beaucourt; Bornèque, au nom de la municipalité; Armand Viellard, député du Haut-Rhin; Grenier, administrateur du territoire de Belfort; A. Schley, chef d'atelier, au nom des ouvriers de Beaucourt.

M. Adolphe Japy laisse trois fils, dont deux sont sortis de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures et continuent, à Beaucourt, les traditions de cette grande famille industrielle de l'Est. T.

(1) Ce sont en réalité des maisons indépendantes les unes des autres, installées au milieu du centre industriel, dont les ouvriers peuvent devenir propriétaires pour une somme de 2,500 francs payable par mensualités d'une vingtaine de francs.



SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 15 février 1897.

Histoire des Sciences. — *L'âge du cuivre en Chaldée*, par M. Berthelot.

Les découvertes faites en Chaldée, à Tello, par M. de Sarzec, ont fait connaître des monuments d'une haute antiquité, remontant aux origines de la civilisation, c'est-à-dire à cinq ou six mille ans. Elles ont fourni, en particulier, des armes, ornements et outils, qui ont été soumis à l'examen de M. Berthelot. Des analyses de ce savant, ressort l'existence de degrés successifs dans l'usage et la purification des métaux usuels ou précieux. L'emploi du cuivre pur pour fabriquer les armes et les outils remonte, en Chaldée, vers l'an 4000 avant notre ère. Il a précédé l'emploi du bronze, c'est-à-dire du cuivre allié à l'étain, lequel se retrouve dans des objets postérieurs, en Chaldée comme en Égypte.

Astronomie. — *Sur la planète Mars.* Note de M. Perrotin, communiquée par M. Janssen.

Mécanique appliquée. — *Appareil enregistreur de la vitesse dans les mouvements pendulaires.* Note de MM. Jean et Louis Lecarme, présentée par M. d'Arsonval.

Physique. — 1° *Sur un récipient de sûreté, destiné à contenir les gaz liquéfiés.* Note de M. J. Fournier, présentée par M. Lippmann.

Le récipient de sûreté présenté par M. Fournier est construit de manière à éviter tout danger d'explosion, en particulier par suite de l'augmentation

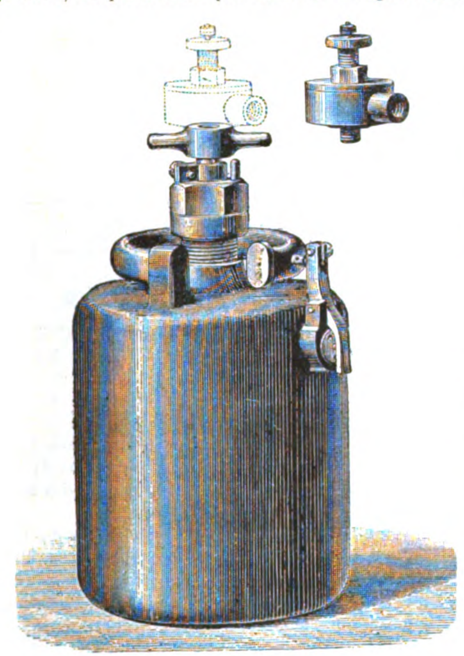


Fig. 1.

de pression provenant de l'énorme dilatation que subit un gaz liquéfié par l'élévation de la température.

Les organes distinctifs de ce nouveau récipient (fig. 1) sont : le robinet pointeau et le dispositif de sûreté.

Robinet pointeau. — Le col du réservoir est percé d'une ouverture axiale formée de deux parties cylindriques, dont l'inférieure forme saillie à l'intérieur de la première. Dans cette ouverture s'engage, à frottement, une douille de même forme, dont la partie supérieure, terminée par un évasement conique, aboutit à quelques millimètres au-dessous de l'orifice du col. La partie inférieure de cette douille est percée, à son extrémité, d'une ouverture cylindrique que vient obturer un robinet pointeau, monté, par un filetage à pas très petits, sur la partie médiane de la douille. Ce robinet est percé, suivant son axe, d'un canal débouchant latéralement à la partie inférieure de la douille, dans l'espace annulaire formé par la paroi de celle-ci et le pointeau.

L'étanchéité absolue de la douille et du robinet est assurée par une rondelle de plomb ou d'étoupe, placée entre les évasements coniques, en regard de la douille et d'une bague mobile concentrique à la tige du pointeau. Ce joint est serré, par l'intermédiaire de cette bague, au moyen d'un écrou se vissant sur la partie extérieure du col du récipient.

Les pièces du robinet pointeau sont donc simplement pressées les unes contre les autres, tant par la pression du gaz qui coopère à l'obturation que par l'écrou. Dans ces conditions, il n'est guère possible de développer, par leur manœuvre, un dégagement dangereux de chaleur sur celles qui sont en contact immédiat avec le gaz. D'ailleurs, avec ce système de joint, l'effort à faire sur l'écrou, pour obtenir une étanchéité parfaite, est si faible, qu'il suffit de serrer cet écrou à la main sans le secours d'aucune clef.

En outre, étant donné le filetage du pointeau, il n'y a pas à craindre un dégagement trop brusque du gaz ; ce dégagement peut, du reste, être exactement limité par un arrêt placé sur l'écrou.

Dispositif de sûreté. — Ce dispositif consiste en un tube d'acier recourbé, analogue aux tubes des manomètres métalliques, et dont une des extrémités, ouverte et soudée sur le fond supérieur du récipient, le fait communiquer avec l'intérieur de ce dernier.

L'autre extrémité, fermée et libre, peut ainsi obéir aux variations de pression qui se produisent à l'intérieur du réservoir. Sous l'influence d'une augmentation déterminée de la pression, cette extrémité agit sur une vis fixée à la partie supérieure de l'un des bras d'un levier, mobile autour d'un axe perpendiculaire aux génératrices du réservoir et dont l'autre bras vient faire ouvrir une soupape, entièrement métallique, fixée sur la paroi du récipient.

Au moyen de la vis que porte le bras supérieur du levier, on peut régler, une fois pour toutes, le jeu de la soupape et, en la faisant ouvrir pour telle pression que l'on voudra, compatible avec la résistance du réservoir et avec la pression du liquide qu'il contient, éviter tout accident dû à la pression. Mais là ne se borne pas le rôle de la soupape, car elle sert, en outre, à éviter, par une manœuvre très simple, d'autres causes de dangers. Par exemple, il suffit de la tenir ouverte avec le doigt pendant l'opération du remplissage, pour que l'air soit complètement expulsé de l'appareil avant que la pression y atteigne une valeur notable.

Dans le cas où l'on ne demande à l'appareil qu'un débit inférieur, dans la plupart des cas, à 30 litres à l'heure, il fournit un dégagement régulier; mais, pour un débit supérieur, il est nécessaire de le munir d'un régulateur si l'on veut un dégagement constant.

2° *Sur l'influence des rayons Rœntgen sur la distance explosive de l'étincelle électrique.* Note de M. Guggenheimer, présentée par M. Lippmann.

Économie rurale. — *Études sur la vinification dans les régions méridionales.* Note de M. A. Müntz.

Dans les vignobles du midi de la France et plus encore dans ceux de l'Algérie et de la Tunisie, le raisin arrive à la cuve à une température qui atteint et dépasse souvent 30°.

La fermentation s'établit alors rapidement et, sous son influence, le moût s'échauffe, en un ou deux jours, jusqu'à 40° et même 42°.

A ce moment, la levure alcoolique est tuée et la vinification s'arrête. Les vins restent douçâtres et constituent un milieu favorable au développement des bactéries, qui en altèrent la nature et y produisent des maladies. Aussi est-il fréquent de voir, dans ces régions, les récoltes compromises ou même complètement perdues.

En empêchant l'échauffement excessif du moût, on obtient, au contraire, une fermentation régulière; tout le sucre est transformé en alcool et les micro-organismes nuisibles ne trouvent plus un terrain propice à leur multiplication. Les vins sont alors de qualité bien supérieure et ne donnent plus d'inquiétude pour leur conservation.

Il résulte des observations de M. Müntz que le moment le plus opportun pour effectuer cette réfrigération est celui où le moût en fermentation a atteint 33° à 34°.

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Sur les joints des rails. — Tous les Ingénieurs sont d'accord pour reconnaître que l'éclissage généralement employé pour les joints des rails ne satisfait pas aux *desiderata* de l'exploitation. Cet éclissage n'empêche pas, en effet, la formation de dénivellations dans la surface de roulement, dénivellations qui se traduisent par des chocs aux passages des véhicules. Ces chocs amènent eux-mêmes l'instabilité des traverses, la flexion permanente des rails, la rupture des éclisses et l'usure des matériaux, tout en étant très nuisibles au matériel roulant et en fatiguant les voyageurs. Depuis longtemps on cherche à supprimer les nombreux inconvénients dus aux solutions de continuité des rails, mais, jusqu'ici, on n'a encore appliqué que des palliatifs peu efficaces. La nécessité d'adopter des dispositions qui établissent le roulement sans choc des véhicules se fait de plus en plus sentir et des recherches se poursuivent dans ce sens sur divers réseaux.

M. Freund, Ingénieur de l'entretien au chemin de fer de l'Est, décrit, dans la *Revue générale des chemins de fer* de janvier 1897, des applications intéressantes faites d'après ces recherches. Comme aucune de ces applications ne s'est encore généralisée, l'auteur estime qu'il y a lieu de continuer les recherches en tenant compte de ce que les ressauts des rails aux joints de la voie sont dus à l'imperfection du laminage et à l'usure inégale des portées d'éclissage.

Le *Bulletin du Congrès des chemins de fer*, de février 1897, contient une étude de M. A. Birks sur la même question. Cet Ingénieur, de même que le précédent, termine en demandant qu'il soit fait des essais sur un chemin de fer à trafic très important.

MÉCANIQUE

Flexion des plaques rectangulaires. — Jusqu'ici on ne possédait des formules que pour le calcul des plaques métalliques minces simplement posées sur leur cadre et, de plus, ces formules ne pouvaient être déduites que d'une théorie compliquée, peu susceptible d'entrer dans l'enseignement pratique. M. Flamant, Inspecteur des Ponts et Chaussées, vient de publier, dans la livraison de novembre 1896 des *Annales des Ponts et Chaussées*, une solution approximative permettant de calculer les plaques encastrées. Il résulte des formules de M. Flamant, ainsi d'ailleurs que des formules empiriques déduites des mesurages directs effectués par M. Galliot [1], que les efforts supportés par les plaques encastrées, notamment celles employées dans les bandages des portes d'écluses, atteignent, en général, des valeurs excessives. L'épaisseur de ces plaques est, par suite, insuffisante, mais l'inconvénient qui résulte de la trop grande fatigue imposée au métal est diminuée par le fait que les efforts produits par la pression de l'eau sont permanents, réguliers et sans vibrations. Toutefois, M. Flamant estime qu'il est bon que l'attention des Ingénieurs soit appelée sur ce point.

Fabrication des tubes pour bicyclettes. — Dans ses numéros des 7 et 14 janvier dernier, l'*Iron Age* publie une description détaillée de la manufacture de tubes pour bicyclettes établie à Hartfort (Connecticut). Nous signalerons particulièrement les diverses machines à essayer, employées pour se rendre compte de la résistance des tubes, cadres, roues, etc., et le dynamomètre permettant d'évaluer le travail absorbé par une bicyclette.

Régulateurs de machines à vapeur. — M. Frank. H. Ball a fait dernièrement à la *Société américaine des Ingénieurs mécaniciens* une intéressante communication sur les régulateurs des machines à vapeur. Dans ce mémoire, il étudie l'action des forces accélératrices centrifuge, tangentielle et angulaire. Les conclusions qu'il en tire sont les suivantes :

1° La force centrifuge est la plus importante de toutes, puisqu'elle est nécessaire pour la marche des régulateurs ;

2° L'accélération angulaire est presque aussi importante, et son emploi pratique n'est limité que pour des raisons de construction ;

3° L'accélération tangentielle donne une force dont l'utilité est contestable à cause des perturbations qu'elle occasionne d'une manière à peu près certaines

Moulage mécanique des roues d'engrenage. — L'*Engineering* des 15 janvier et 12 février 1897 contient une intéressante étude sur les machines à mouler mécaniquement les dents d'engrenage. L'auteur, M. J. Horner, rappelle d'abord que les roues d'engrenages sont généralement moulées sur modèle quand leur diamètre est faible. Pour des diamètres

(1) *Annales des Ponts et Chaussées*, 1887, 2e semestre.

plus grands, on emploie le plus souvent une planche à trousser à l'aide de laquelle on moule un petit nombre de dents; puis, en déplaçant cette planche, on moule les dents suivantes et ainsi de suite. On peut encore faire usage de boîtes en bois dans lesquelles on bat le sable qui laisse vide l'espace que devra occuper la dentière, et les segments ainsi obtenus sont juxtaposés dans le moule et laissent en creux la place de la couronne dentée.

L'auteur décrit ensuite des machines à mouler les dents d'engrenage. Elles se composent en principe d'un col de cygne qui porte à son extrémité supérieure un chariot vertical, équilibré par un contrepoids et auquel une crémaillère, actionnée par un pignon et une manivelle, donne un mouvement de montée ou de descente. C'est ce chariot qui porte l'empreinte de la denture.

Le col de cygne peut se déplacer transversalement. Une table circulaire, montée sur pivot et actionnée par une vis sans fin et une roue hélicoïdale porte le moule cylindrique contenant le sable dans lequel est moulé l'engrenage.

Ces machines sont très usitées en Angleterre; une maison de Manchester en possède à elle seule une quarantaine qui fonctionnent sans interruption.

MINES ET MÉTALLURGIE

Progrès récents de la métallurgie. — Le *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale*, de janvier 1897, contient une intéressante revue, par MM. DE BILLY et JULHIET, des progrès récents de la métallurgie du fer. Les auteurs signalent les divers perfectionnements apportés dans l'industrie au cours des dix-huit derniers mois et indiquent les publications où l'on pourra trouver la description détaillée soit des nouvelles méthodes de traitement, soit des nouveaux appareils.

Les champs aurifères de l'Afrique du Sud. — De nombreuses études ont été publiées récemment sur les gîtes aurifères qui, depuis quelques années, attirent si puissamment l'attention dans l'Afrique australe. Un Ingénieur qui a passé treize mois au Transvaal et au Chaterland, M. A. BORDEAUX, vient de publier une nouvelle étude sur cette question, dans la *Revue Universelle des Mines et de la Métallurgie*, de janvier 1897. Les principaux bassins décrits par cet auteur sont ceux du Rand, de Lydenburg, de Rustenburg et de Zoutpousberg.

TRAVAUX PUBLICS

Construction d'égouts. — L'*Engineering News* du 28 janvier 1897 contient une intéressante étude sur la construction du système d'égouts de la ville de Peoria (Illinois), par M. THOMPSON, Ingénieur de cette ville. Parmi les appareils employés, nous croyons devoir appeler surtout l'attention sur les machines à faire les tranchées si répandues aujourd'hui aux États-Unis (1). Ces machines sont, d'ailleurs, de plusieurs systèmes (White, Moore, Adams.) D'après M. Thompson, la machine White convient très bien pour les tranchées de 1m 20 à 2 mètres de large sur 3 à 6 mètres de profondeur; son travail est beaucoup plus économique que le travail à la main. Dans le sable ou le gravier, cette machine, avec une équipe de douze hommes, enlève 100 mètres cubes par jour. Les machines Moore ou Adams sont munies d'un transporteur. Avec ces deux dernières machines le prix de l'enlèvement d'un mètre cube varie de 0 fr. 28 à 0 fr. 33.

Canal de Chicago — Le *Génie Civil* a déjà publié une étude (2) sur le grand canal de navigation et de drainage entrepris par les Américains pour faire communiquer le bassin des grands lacs avec celui du Mississipi.

L'*Engineering* du 1er janvier et les numéros suivants, contiennent, au sujet de cet important travail, qui sera terminé dans un an environ, une série d'articles renfermant un grand nombre d'utiles renseignements. Après avoir comparé les dimensions du Canal de Chicago avec celles des plus importants canaux existants, tels que ceux de Suez, Manchester, Amsterdam, Kiel, Welland, après avoir examiné la région que parcourt le canal, l'état d'avancement actuel des travaux, l'auteur passe en revue les procédés auxquels on a eu recours pour leur exécution, et décrit les plus intéressants systèmes d'excavateurs et de transporteurs qui y sont employés.

(1) Le *Génie Civil* a déjà donné, t. XXVIII, n° 21, p. 341, la description d'une machine de ce genre employée dans la construction des égouts de Boston.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXVI, n° 16, p. 246.

DIVERS

Annonce des crues. — On sait qu'il existe, depuis déjà longtemps, un service d'annonce des crues qui fonctionne avec une précision remarquable pour certaines rivières, notamment pour la Seine, à Paris. A la suite des grandes inondations de l'Ardèche, en 1890, on a essayé d'organiser un service analogue pour les rivières torrentielles qui descendent des Cévennes, en particulier pour l'Ardèche, le Gard et l'Hérault. Les *Annales des Ponts et Chaussées*, de novembre 1896, contiennent un intéressant essai sur le problème de l'annonce des crues de ces rivières, par M. LEMOINE, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. Par suite de la rapidité avec laquelle se produisent ces crues, on ne peut songer à réaliser un service d'une précision comparable à celui qui fonctionne pour la Seine, dont les crues lentes et progressives mettent souvent des semaines entières pour arriver à leur maximum. Toutefois, M. Lemoine estime qu'en observant avec soin des règlements établis d'après de nombreuses données fournies par l'expérience, on peut faire des prévisions en temps utile pour beaucoup de besoins, tout au moins dans la partie inférieure des vallées. Grâce à un service d'avertissements télégraphiques bien organisé, les propriétaires pourront au moins sauver leur bétail et éviter, de ce seul fait, de grosses pertes. D'ailleurs, dans de pareilles questions, la préoccupation qui doit dominer est celle de la préservation des vies humaines et, à ce point de vue, il est certain qu'un système d'avertissement, même imparfait, rendra de grands services.

L'Usine Krupp. — Au moment où il est question, chez toutes les puissances, d'un nouvel armement d'artillerie, qui occasionnerait une dépense de plus d'un milliard, nous croyons intéressant de signaler une petite notice historique sur l'usine Krupp, publiée dans la *Revue générale des Sciences*, du 15 février 1897. L'auteur rappelle que cette usine, qui avait d'abord commencé par n'être qu'une modeste fonderie, a pris son essor sous la direction d'Alfred Krupp, mort en 1887, et père du directeur actuel. Pour montrer la progression constante et rapide de l'usine, il suffira de dire qu'en 1848 elle n'employait que 72 ouvriers, tandis que ce chiffre s'élevait à 8 200 en 1865, à 11 800 en 1873 et à 21 000 en 1889. Dès 1890, elle disposait de 1 195 fours et fourneaux, 21 trains de laminoirs, 1 724 machines-outils, 286 chaudières et 370 machines d'une force totale de 27 000 chevaux. La consommation quotidienne était à cette époque de 2 735 tonnes de houille ou coke, de 20 à 25 000 mètres cubes d'eau, de 15 à 50 000 mètres cubes de gaz. Enfin les mouvements intérieurs comportaient 28 locomotives, 1 173 wagons, 31 stations télégraphiques et 136 postes téléphoniques reliés par plus de 220 kilomètres de fils. Des circonstances de toute nature ont contribué à favoriser le développement de l'usine qui n'est d'ailleurs pas un simple établissement producteur d'artillerie, mais aussi une aciérie puissamment outillée pour tous les usinages de l'acier et fort bien située au point de vue économique pour la production et l'écoulement de ses marchandises Depuis 1893 la puissance de la maison a encore été accrue par son association avec la maison Gruson qui s'occupe plus spécialement de la fabrication des projectiles et des cuirassements en fonte.

Ouvrages récemment parus.

L'Éclairage. *Éclairage électrique*, par Julien LEFÈVRE, Docteur ès Sciences. 1 vol. in-8 de 192 pages, avec 53 figures (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*). — Gauthier-Villars et Masson, éditeurs, Paris, 1896. — Prix : broché, **2 fr. 50**; cartonné, **3** francs.

Le livre de M. Lefèvre sur l'*Éclairage électrique* est le premier des deux volumes consacrés à l'Éclairage et destinés à l'*Encyclopedie scientifique des Aide-Mémoire*. Les premiers chapitres traitent de la production de l'électricité. Après quelques pages consacrées aux piles, on y trouve : la théorie des dynamos à courants continus et des alternateurs à courants simples ou polyphasés; l'étude des divers modes d'excitation et des propriétés des diverses sortes de machines génératrices; puis la description d'une station centrale et des appareils qu'elle renferme.

L'auteur s'occupe ensuite des différents systèmes de distribution et de canalisation, et dans la dernière partie de son ouvrage, il étudie les appareils d'éclairage : lampes à incandescence, régulateurs à arc voltaïque et bougies.

Ascenseurs : *Ascenseurs hydrauliques, ascenseurs hydrauliques avec emploi de moteurs à air comprimé, à gaz ou électriques, ascenseurs électriques*, par MM. G. DUMONT et G. BAIGNÈRES, Ingénieurs des Arts et Manufactures. — Un volume grand in-8 de 112 pages avec 70 figures. — Dunod et Vicq, éditeurs, Paris, 1897. — Prix : **5** francs.

Parmi les appareils mécaniques qui sont considérés aujourd'hui comme les accessoires obligés de toute habitation confortable figurent, au premier rang, les *ascenseurs*.

MM. G. Dumont et G. Baignères se sont proposé de faire connaître les différents types d'ascenseurs les plus répandus, et le succès même de cette publication dans le *Génie Civil* (1) est un sûr garant de la faveur que l'ouvrage sous forme de brochure rencontrera auprès des Architectes, des Ingénieurs, des Industriels, des Propriétaires et même des personnes qui s'intéressent aux actualités mécaniques.

Éléments d'Astronomie et de Navigation, par J. de CHABANNES LA PALICE. — **1** vol. in-8 de **223** pages avec 59 figures. — E. Bernard et Cie, éditeurs, Paris, 1896. — Prix : **6** francs.

Les *Éléments d'Astronomie et de Navigation* font partie de la Bibliothèque de l'*Union des Yachts français*. L'ouvrage est divisé en quatre parties. La première contient les notions d'*astronomie* et de *trigonométrie* nécessaires aux calculs et aux observations qui se rapportent aux différents problèmes de la navigation. La seconde partie traite des *cartes*, des *tables* et des *instruments* en usage dans la marine. Dans la troisième partie, l'auteur décrit les divers modes de *navigation* : par relèvements ou alignements, par l'estime, avec le sextant, avec le sextant et le chronomètre; puis vient l'étude des droites de hauteur, et de la navigation orthodromique. La quatrième partie est consacrée aux *marées* et à des *applications numériques* relatives à ce phénomène.

L'ouvrage de M. de Chabannes la Palice est rédigé conformément au programme des examens pour le brevet de capitaine de la Marine marchande.

Code pratique de la Réglementation du Travail dans les Industries du Bâtiment et celles qui s'y rattachent, par Jules BRODU et Eugène DESPAGNAT. — **1** vol. in-8 de **256** pages. — Arthur Rousseau, éditeur, Paris, 1897. — Prix : **6** francs.

Le but de cet ouvrage est de faire connaître aux entrepreneurs, à tous ceux qui emploient des ouvriers dans les industries du bâtiment et dans celles qui s'y rattachent, de quelles obligations ils sont tenus envers leurs ouvriers, surtout depuis les lois nouvelles du **2** novembre **1892** et du **12** juin **1893**, ce qu'ils peuvent faire et ce qu'ils doivent éviter, quelle est, d'autre part, la sanction pénale des obligations qui leur sont imposées.

La première partie traite de la *protection du travail*; elle est divisée en quatre chapitres, relatifs respectivement : aux enfants, aux apprentis, aux adultes, et aux ouvriers en général. La seconde partie a pour objet la *surveillance administrative*; les auteurs y étudient : l'organisation et les attributions des Inspecteurs du travail, le rôle des Commissions départementales, de la Commission supérieure du travail et des Comités de patronage.

A la fin de l'ouvrage, des *Annexes* contiennent les textes des lois et des décrets relatifs à la réglementation du travail et à la surveillance administrative.

Erratum.

Dans l'article *Étude comparative sur les procédés de cuisson de la chaux*, publié dans le dernier numéro du *Génie Civil*, à l'avant-dernier paragraphe (page 251), au lieu de : « ... en ne dépensant pas plus de *60 kilogr.* de charbon par tonne de pierre »,

il faut lire :

« ... en ne dépensant pas plus de ***80 kilogr.*** de charbon par tonne de pierre ».

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, nos 18 à 25.

Le Gérant : H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 18. N° 769. Samedi 6 Mars 1897.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Exposition de 1900** : Les nouveaux palais des Champs-Élysées. Projets définitifs *(suite et fin) (planche XVIII)*, p. 273. — **Électricité** : Transmission de la puissance motrice à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer *(suite)*, p. 274 ; G. DUMONT et G. BAIGNÈRES. — **Automobiles** : Comparaison entre les divers moyens d'obtenir la force motrice nécessaire à la propulsion des automobiles *(suite et fin)*, p. 276 ; Marcel DEPREZ. — Course de voitures automobiles entre Marseille, Fréjus, Nice et Monte-Carlo, p. 278 ; Ch. DANTIN. — **Chemins de fer** : Nouveau frein électro-pneumatique pour chemins de fer, système Chapsal, p. 280 ; G. RICHOU. — **Physique industrielle** : Utilisation des combustibles, p. 282. — **Informations** : Nouveau système de contacts aériens pour tramways électriques, p. 284. — Nouvelle méthode de resserrage des bandages, p. 285, — Les essais du *Jauréguiberry*, p. 285. — Le réseau des chemins de fer français au 31 décembre 1896, p. 286. — Paliers à rouleaux pour tramways, p. 286. — La digestion de Paris, p. 286. — Décret relatif au régime des mines en Annam et au Tonkin, p. 286. — Varia, p. 286.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société des Ingénieurs civils, séance du 19 février 1897, p. 287. — Académie des Sciences, séance du 22 février 1897, p. 287.

BIBLIOGRAPHIE. — Revue des principales publications techniques, p. 287. — Ouvrages récemment parus, p. 288.

Planche XVIII : Petit Palais des Beaux-Arts, aux Champs-Élysées. Projet définitif.

EXPOSITION DE 1900

LES NOUVEAUX PALAIS DES CHAMPS-ÉLYSÉES

Projets définitifs.

(Suite et fin [1].) — (Planche XVIII.)

PETIT PALAIS DES BEAUX-ARTS. — Nous avons rappelé, dans le dernier numéro du *Génie Civil*, que cet édifice est destiné à contenir, en 1900, une exposition restrospective des Beaux-Arts et à devenir ensuite chargé de le faire exécuter sinon tel quel, du moins avec les seules modifications qui pourraient être demandées par l'administration. Le projet définitif de ce palais, qui vient d'être approuvé par le ministre du Commerce et de l'Industrie, n'est, pour ainsi dire, que la reproduction exacte du projet présenté en 1896 par M. Girault et dont le *Génie Civil* a donné la description (1). L'Administration n'a, en effet, demandé aucune modification importante et les petites différences que l'on pourra trouver entre l'esquisse primitive et le projet définitif sont dues, en somme, à la propre initiative de l'artiste, qui n'a fait ainsi que parachever son œuvre.



FIG. 1. — EXPOSITION DE 1900 : Vue perspective de la façade principale du Petit Palais des Beaux-Arts projeté aux Champs-Élysées.

la propriété de la Ville de Paris qui doit l'utiliser comme musée. On sait aussi que, parmi les projets soumis au concours de juillet 1896, le projet de Petit Palais présenté par M. Ch. Girault avait non seulement remporté la première prime mais que son auteur avait été

Plans de l'étage et du soubassement. — Le Petit Palais des Beaux-Arts ne comportera, à proprement parler, qu'un seul étage placé sur un haut soubassement. Le plan occupe presque exactement l'emplacement trapézoïdal (fig. 1 et 2, pl. XVIII) dans lequel les concurrents du

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 17, p. 257.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 16, p. 242.

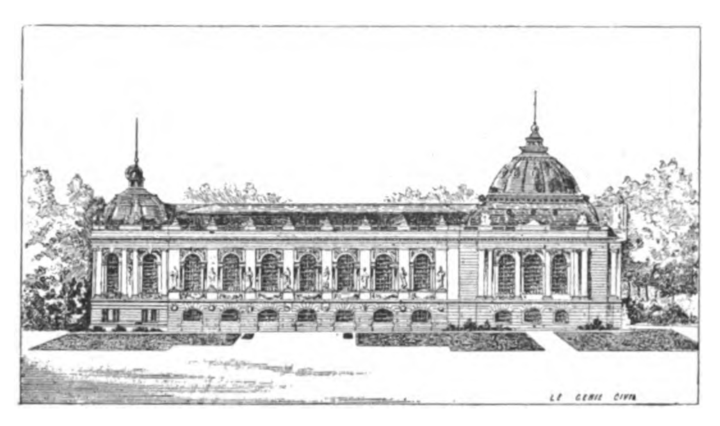
concours de 1896 étaient tenus de maintenir leurs projets. M. Girault a très simplement tiré parti de cet emplacement en disposant, pour ainsi dire, les façades de l'édifice sur son pourtour et en ménageant, au centre, un jardin en hémicycle. Tout autour de ce jardin sera disposée une première série de galeries pour la peinture et la sculpture; une deuxième série de galeries, pour expositions diverses, entourera la première, excepté sur la façade principale.

L'entrée principale du monument, sur la nouvelle avenue, se compose d'un vaste vestibule légèrement elliptique placé à l'extrémité d'un perron assez élevé. Un autre perron, placé du côté opposé, permettra de descendre dans le jardin central. Le grand vestibule d'entrée donne d'abord accès aux galeries de sculpture, d'où l'on peut passer, soit dans les galeries de peinture, soit dans les salles et galeries d'exposition. Aux deux extrémités de la façade postérieure se trouvent des escaliers circulaires permettant de descendre dans le soubassement.

Sur le milieu de cette façade se trouve également l'entrée donnant accès aux aménagements placés dans le soubassement (fig. 4, pl. XVIII). On rencontre d'abord un grand vestibule rectangulaire, d'où l'on peut passer soit dans les galeries secondaires d'exposition, soit dans les emplacements réservés pour les dépôts. A droite et à gauche de l'entrée seront installés les logements et les bureaux de l'Administration.

De plus, dans un étage d'attique trouveront place diverses dépendances du musée futur.

Façades (fig. 3 et 4, pl. XVIII). — Le grand vestibule d'entrée, surmonté d'un dôme relativement élevé, constituera une sorte d'entrée d'honneur et formera le principal motif de décoration du monument.



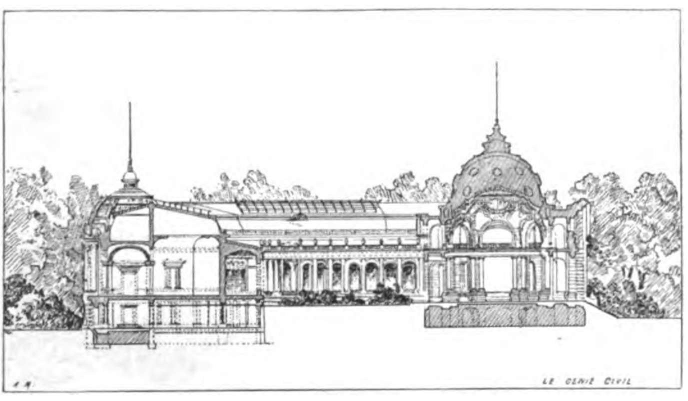


Fig. 2 et 3. — Exposition de 1900 : Façade latérale et coupe transversale du Petit Palais des Beaux-Arts projeté aux Champs-Élysées.

Des deux côtés du grand portique central se détachera une colonnade vitrée occupant toute la façade principale. Quant aux façades latérales (fig. 2) et à la façade postérieure, elles ne comportent pas de colonnade mais elles sont percées de nombreuses et larges baies. Il n'y aura pas de façade proprement dite sur le jardin central et les galeries de peinture devront être éclairées par des vitrages ménagés dans le plafond. Pour masquer le mur circulaire contre lequel sont appuyées ces galeries, on a prévu un portique concentrique à ce mur.

Tout porte à croire que les colonnades du Grand et du Petit Palais des Beaux-Arts placées l'une en face de l'autre et à peu près à la même hauteur au-dessus du sol, constitueront un ensemble satisfaisant et harmonieux malgré les disproportions voulues entre deux monuments d'importance aussi dissemblable. La nouvelle avenue, large de 95 mètres, bordée à droite et à gauche par les façades des nouveaux palais et ayant comme fond le merveilleux dôme des Invalides, produira sans doute un effet grandiose. Le spectateur placé à la rencontre de cette avenue avec celle des Champs-Élysées pourra, de ce point, jouir en même temps, de l'aspect imposant de l'Arc de Triomphe de l'Étoile et du magnifique coup d'œil que présentent la place de la Concorde, le jardin des Tuileries et le palais du Louvre.

A. D.

ÉLECTRICITÉ

TRANSMISSION DE LA PUISSANCE MOTRICE à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer.

(Suite [1].)

3° Manutention des marchandises. — Avant d'aborder la question des engins de manutention mécaniques, il n'est pas sans intérêt d'examiner de quelle façon se font actuellement en France les diverses opérations relatives au transbordement, au chargement et au déchargement des marchandises. De cet examen, nous pourrons conclure en connaissance de cause au rejet ou à l'adoption d'appareils mécaniques dans le double but d'augmenter la rapidité des opérations et de diminuer le prix de revient de la tonne manutentionnée.

Nous diviserons cette discussion en deux parties distinctes, suivant qu'il s'agit du transbordement ou du chargement et du déchargement des marchandises.

Transbordement. — Lorsqu'une Compagnie de chemins de fer expédie sur un réseau voisin des marchandises, elle constitue des wagons de détail contenant des marchandises diverses pour un certain nombre de destinations ou bien elle forme des wagons complets d'une seule catégorie de marchandises pour une seule et unique destination.

Ces wagons passent d'un réseau sur l'autre par une gare d'échange où ils sont ordinairement transbordés.

Transbordement des wagons de détail. — Le transbordement des wagons de détail est rendu obligatoire par la nécessité dans laquelle on se trouve de classer les marchandises par lignes, puis par destinations.

Cette opération conduit à un travail minutieux qui ne peut être fait, du moins en très grande partie, que manuellement ; il faut, en effet, retirer les marchandises d'un certain nombre de wagons, les mettre à quai et les diriger vers l'endroit de la halle qui leur est assigné suivant leur destination. On constitue ainsi des lots dont les parties intégrantes doivent être distribuées sur une même ligne par train omnibus. Lorsque le nombre des marchandises pour une même destination est assez considérable, on forme des wagons complets ; dans le cas contraire, ce sont des wagons de détail qui distribuent les marchandises dans les gares.

Par ce qui précède, on voit que des appareils mécaniques ne pourraient rendre de services appréciables ; de plus, il faut considérer que la nature des marchandises à manutentionner est essentiellement variable et que tel objet nécessite un engin d'une puissance assez grande, alors que tel autre se transporte facilement à bras d'homme ou à l'aide des diables dont on dispose.

Pour répondre en partie aux besoins, certaines Compagnies de chemins de fer ont adopté la grue Nepveu qui permet de décharger ou de charger des colis encombrants dont le poids n'excède pas 2 000 kilogrammes.

La figure 1 indique son mode d'installation entre deux fermes d'un quai couvert à charpente en bois.

Cet appareil se compose d'une flèche dont l'extrémité inférieure reçoit le treuil. La partie supérieure de la flèche est suspendue à une sorte de chariot à quatre roues qui peut se déplacer le long de la platebande inférieure d'une poutre en fer fixée à une ferme de la halle. Le système est équilibré à l'aide d'un contrepoids. Le treuil, muni de deux manivelles, reçoit une chaîne Galle qui sert à soulever le fardeau.

Ces grues rendent certains services lorsqu'elles sont convenablement disposées.

Ainsi, dans une halle pourvue d'une grue Nepveu placée à proximité d'un chariot transbordeur, il est relativement facile d'amener en déchargement des wagons contenant des marchandises encombrantes d'un poids assez considérable. Au contraire, dans la halle où la grue Nepveu occuperait la partie centrale, il serait difficile, pour ne pas dire impossible, d'amener en face de cet engin, les wagons renfermant des colis lourds, en raison même de la nécessité dans laquelle on se trouverait de déranger d'autres wagons en déchargement.

Il est d'ailleurs à remarquer qu'en pratique, on ne peut pas toujours prévoir les dimensions et les poids des objets que renferme un wagon de détail, de telle sorte que les grues Nepveu dont l'action est limitée sur un point déterminé, ne peuvent pas toujours être utilisées. Il convient d'ajouter que le crochet élévatoire de la grue se trouve sur la verticale du point de suspension et que, dans ces conditions, on ne peut imprimer au fardeau qu'un mouvement de translation perpendiculaire aux voies qui bordent les halles.

Le transbordement des wagons de détail exige, comme on le voit, une manutention assez compliquée : déchargement des wagons, for-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 9, p. 133 ; n° 10, p. 149 ; n° 11, p. 162 ; n° 12 p. 181 n° 13, p. 196 ; n° 14, p. 211 ; n° 15, p. 229 ; n° 16, p. 245 ; n° 17, p. 259.



mation de lots par destinations, puis reconstitution de wagons de détail ou de wagons complets, quand le cas se présente.

La diversité même de ces opérations nous conduit à écarter l'emploi de tout engin mécanique de manutention, hormis le cas que certaines Compagnies ont cherché à résoudre par l'adoption de la grue Nepveu.

Transbordement des wagons complets. — Le transbordement des wagons complets présente un certain intérêt en ce sens que tout wagon d'une Compagnie étrangère qui circule sur un autre réseau est soumis à un droit de location dont le taux est variable.

Pour les grandes Compagnies de chemins de fer français, ce taux est, en moyenne, de 1 fr. 50 par jour, avec un maximum de délai de restitution qui est de :

5 jours pour une distance parcourue de	1 à 100	kilomètres.
6	—	101 à 200	—
7	—	201 à 300	—

1 jour en plus par 100 kilomètres,
et 1 jour en plus pour les wagons rendus chargés.

Passé le délai correspondant à la distance kilométrique à parcourir, chaque jour de retard donne lieu à un supplément de perception de 3 francs.

De telle sorte que si un wagon étranger, ayant un parcours de 280 kilomètres à effectuer, séjourne huit jours sur une autre Compagnie, cette dernière aura payer à la Compagnie propriétaire une somme de :

$$8 \times 1 \text{ fr. } 50 + 3 = 15 \text{ francs.}$$

Il appartient donc aux Compagnies d'examiner s'il est de leur intérêt d'effectuer le transbordement et de restituer immédiatement les wagons qui ne leur appartiennent pas. C'est là question d'espèce, et chaque cas particulier doit être examiné en détail.

Nous n'avons pas ici la prétention d'étudier à fond la question, mais, pour les besoins de la cause, nous devons tabler sur certains chiffres.

Les expéditions par wagons complets portent le plus souvent sur : les cotons, les huiles et graisses, les engrais, les cadres ou harrasses, les vins, les graines, les farines, les céréales.

Nous avons relevé, pendant une période d'un mois, les wagons transbordés ou transbordables d'une gare de contact, et nous en avons déduit le nombre de wagons à transborder par jour, ainsi que leur tonnage moyen.

Ce travail nous a donné les résultats suivants :

	Nombre de wagons.	Tonnage d'un wagon.
	—	— Tonnes.
Coton	34	7,2
Huiles et graisses	2	7
Vins	20	7
Céréales	7	6
	63	
d'un tonnage moyen de 7 tonnes.		

Ainsi donc, cette seule gare peut transborder par jour soixante-trois wagons, mais pour pouvoir effectuer ce travail, il faut disposer de halles et de quais aménagés spécialement, d'équipes de manœuvre et, enfin, avoir sous la main le matériel roulant nécessaire (wagons plats, bâchés ou non, et wagons couverts). En admettant que toutes ces conditions soient réalisées, examinons maintenant quel serait le coût d'un transbordement à bras d'homme, pour les catégories de marchandises les plus fréquemment expédiées.

Balles de coton. — Les balles de coton, dont le poids moyen est de 250 kilogr., sont expédiées par wagons plats de 10 ou de 15 tonnes, ou dans des wagons couverts chargés de 6,5 tonnes.

Pour le transbordement à bras d'un wagon de 10 tonnes, il faut une équipe de huit hommes travaillant pendant une heure.

Les hommes étant payés en moyenne 0 fr. 40 l'heure, le prix du transbordement ressort à 3 fr. 20, soit 0 fr. 32 par tonne.

Fûts de vin. — Les fûts de vin s'expédient sur wagons plats chargés à 8 ou 10 tonnes. Ces fûts sont ordinairement des demi-muids du poids de 600 kilogr., et le transbordement d'un wagon par quatre hommes exige une demi-heure. Le prix du transbordement ressort à 0 fr. 80, soit environ 0 fr. 10 par tonne.

Céréales. — Les céréales, et en particulier les blés, s'expédient en wagons couverts ou sur wagons plats bâchés. Un wagon plat de 10 tonnes peut recevoir 100 sacs du poids de 100 kilogrammes.

Le transbordement, qui s'effectue en une heure à l'aide huit hommes, revient à 3 fr. 20, soit 0 fr. 32 par tonne.

A ces prix que nous venons d'établir, il conviendrait d'ajouter la location du wagon transbordé, et si nous admettons, ce qu'il est possible de réaliser en pratique, que le wagon étranger soit restitué au bout de deux jours, la dépense supplémentaire serait de 0 fr. 75.

En résumé, nous pouvons évaluer à 4 francs le prix du transbordement, à bras d'homme, d'un wagon contenant des balles de coton ou des céréales, soit 0 fr. 40 par tonne, et à 1 fr. 60 le transbordement d'un wagon de fûts de vin (demi-muids de 600 kilogr.), soit 0 fr. 16 par tonne.

On peut trouver, dans les comptes rendus du dernier Congrès des

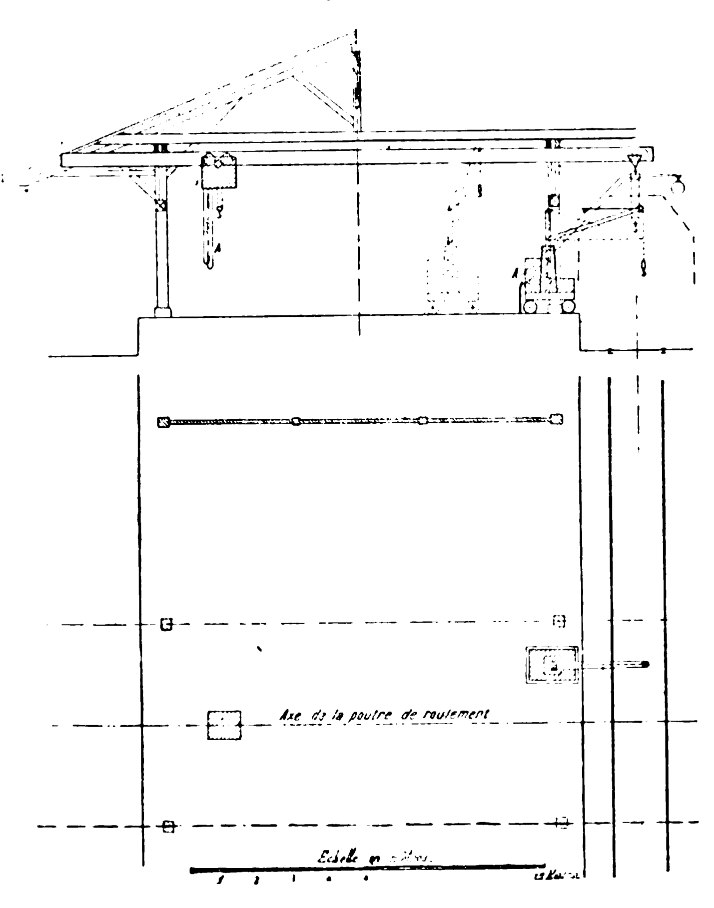


Fig. 1. — Quai couvert à charpente en bois. Grue Nepveu, treuil roulant sur poutre fixe, et grue à pivot tournant sur truck.

Chemins de fer, quelques chiffres qui corroborent les précédents. Il y est dit que :

Un ouvrier gagnant 1 200 francs peut manutentionner par an 3 000 à 6 000 tonnes qui reviennent ainsi de 0 fr. 20 à 0 fr. 40 la tonne.

A l'étranger, les prix de revient indiqués en un tableau, varient de 0 fr. 18 à 0 fr. 46.

A la gare du Nord, à Vienne, les prix indiqués sont :

Pour les arrivages	Fr. 0,62	la tonne.
— expéditions	0,28	—
— transbordements	0,32	—
— charbons déchargés sur des voies en remblais . . . le jour.	0,21	—
— charbons déchargés sur des voies en remblais . . . la nuit.	0,30	
— marchandises de détail, en général	0,40	—

Si nous admettons qu'un wagon étranger séjourne, en moyenne, sept jours sur une Compagnie, cette Compagnie aura à payer 10 fr. 50 de location.

Le transbordement, s'il avait été effectué, aurait procuré une économie de :

$$10 \text{ fr. } 50 - 4 \text{ francs} = 6 \text{ fr. } 50 \text{ par wagon,}$$

et pour soixante-trois wagons :

$$6 \text{ fr. } 50 \times 63 = 409 \text{ fr. } 50 \text{ par jour,}$$

soit par an :

$$409 \text{ fr. } 50 \times 365 = 149\,467 \text{ fr. } 50.$$

Il est donc bien nettement établi que le transbordement, dans les conditions où nous nous sommes placés, ne peut que procurer des avantages à la Compagnie qui l'opère.

Reste à savoir s'il ne serait pas plus avantageux encore de faire usage d'engins mécaniques mus électriquement.

Nous allons examiner la question au point de vue des dispositions à prendre, et des appareils qui nous paraissent réaliser le mieux les conditions du programme.

G. Dumont et G. Baignères,
Ingénieurs des Arts et Manufactures.

(A suivre.)



AUTOMOBILES

COMPARAISON ENTRE LES DIVERS MOYENS **d'obtenir la force motrice nécessaire à la propulsion des automobiles.**

(Suite et fin [1].)

Emploi du pétrole. — Avant d'aborder la question des moteurs à pétrole, je dirai quelques mots seulement des chaudières à vapeur chauffées au pétrole. Au point de vue de la puissance spécifique des automobiles, le résultat que l'on peut ainsi obtenir est très avantageux puisque un kilogramme de pétrole peut fournir 10 000 calories contre 8 000 que peut donner un kilogramme de houille ou de coke. Aux expositions de Chicago en 1891 et de Nijni-Novgorod en 1896, toutes les chaudières fournissant la vapeur étaient chauffées au pétrole. Dès 1869, H. Sainte-Claire-Deville avait entrepris des expériences à ce sujet sur les locomotives de la Compagnie de l'Est et actuellement, en Russie, de nombreuses locomotives et un grand nombre de navires de guerre sont chauffés avec ce combustible auquel on ne peut reprocher, en France surtout, que son prix de revient très élevé. Je considère donc l'emploi du pétrole dans les foyers de chaudières à vapeur comme n'étant admissible que lorsque la question du prix de revient est secondaire. Et même dans ce cas, il me semble évident que, si on adopte ce genre de combustible, l'emploi des moteurs à combustion intérieure sans chaudière est absolument indiqué parce que leur rendement est très supérieur à celui de la meilleure machine à vapeur.

En effet, dans ces moteurs, le cylindre remplit lui-même l'office de chaudière; de plus, on sait, en vertu du théorème de Carnot, que le rendement économique est d'autant plus considérable que la température initiale du corps qui sert à transformer la chaleur en travail, est elle-même plus élevée. On voit donc immédiatement l'énorme avantage que doivent posséder, au point de vue du rendement, les moteurs à gaz sur les moteurs à vapeur, puisque dans ces derniers la température de la vapeur ne dépasse pas 200° tandis que, dans les moteurs à gaz, la température atteint, au moment de l'explosion, 1 500 et même 1 800°.

Les moteurs à gaz n'ont été rendus réellement pratiques et surtout économiques qu'à partir du jour où Beau de Rochas a inventé le cycle à quatre phases qui sont : l'aspiration, la compression du mélange de gaz et d'air, l'explosion suivie de détente, et enfin, l'expulsion ou échappement. Les motifs pour lesquels ce cycle est extrêmement supérieur à celui des anciennes machines à gaz, qui ne comportait pas de compression et n'avait que deux phases, sont trop longs à expliquer; je me contenterai de dire que l'on peut, sans erreur notable, considérer la courbe de détente D_0D_1 (fig. 1) comme géométriquement semblable à la courbe de compression C_0C_1, c'est-à-dire que les ordonnées de ces deux courbes sont dans un rapport sensiblement constant. Il résulte de là que l'aire $D_0 D_1 C_0 C_1 D_0$, comprise entre les deux courbes, est d'autant grande que le rapport C_1Q de la pression finale des gaz comprimés à leur pression initiale est plus considérable. Si donc la compression absorbe du travail, elle a pour conséquence d'augmenter considérablement le travail utile de la détente et par conséquent aussi le travail net qui est égal à la différence des deux autres.

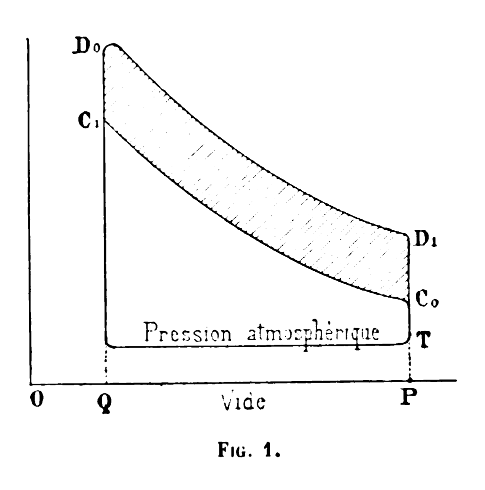


Fig. 1.

Le résultat de l'emploi du cycle à *quatre temps* a été de diminuer dans une proportion extraordinaire la consommation de gaz par cheval-heure. Dans les anciens moteurs Lenoir, sans compression, cette consommation ne descendait jamais au-dessous de 2 500 litres, tandis que, dans les moteurs à compression préalable, la consommation est descendue jusqu'à 600 litres et même moins.

Voici, au surplus, le résumé d'expériences faites par M. Hirsch, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, sur une machine de 16 chevaux construite par la maison Rouart frères. La machine ayant deux cylindres, chacun d'eux développe 8 chevaux (mesurés au frein de Prony); les résultats du tableau sont ceux que donne un seul cylindre :

Diamètre du piston	Centimètres.	23
Course	—	40
Surface du piston	—	423,5
Volume d'une cylindrée	Litres.	16,62
Volume engendré par la somme des courses *positives* du piston pendant une minute : 160 × 16,62 =	Litres.	2 659
Travail utile correspondant à la jante du volant.	Kilogr.	36 000
Pression moyenne correspondante	—	1,35
Consommation de gaz par cheval-heure.	Mètres cubes.	0,600
Travail utile (mesuré au frein) produit par 1 mètre cube de gaz	Kilogr.	450 000
Quantité de chaleur produite par la combustion de 1 mètre cube de gaz	Calories.	5 300
Équivalent mécanique de cette quantité de chaleur	Kilogrammètres.	2 252 500
Composition du mélange en volumes	Air	94
	Gaz	6

On remarquera que, si le rendement économique de ce genre de moteur est très élevé (20 %) par rapport à celui des meilleures machines à vapeur, son volume et, par suite, son poids, sont, à puissance égale, bien plus élevés que ceux d'une machine à vapeur. Si le moteur dont je viens de donner les dimensions fonctionnait avec de la vapeur, n'agissant, comme le gaz, que sur une face du piston, il produirait facilement à la même vitesse un travail au moins *triple* de celui qu'il fournit avec le gaz. La raison de ce fait, qui n'est pas assez connu, tient : 1° à ce que le piston fait deux courses complètement perdues pour le travail utile; l'une pour aspirer l'air frais nécessaire à la combustion du gaz, l'autre pour comprimer cet air mélangé à une très petite partie de gaz (6 %); 2° à ce que le volume d'air nécessaire pour brûler complètement le gaz est beaucoup plus grand que ne l'indiquent les formules chimiques, à cause de la présence de gaz déjà brûlés dans le mélange d'air et de gaz neuf.

Les machines à gaz ou à pétrole seront donc toujours plus encombrantes que les moteurs à vapeur de même puissance, marchant, bien entendu, à la même vitesse.

Tout ce que je viens de dire du gaz d'éclairage s'applique, évidemment, au gaz produit dans les carburateurs par le passage de l'air sur de l'essence de pétrole. La seule différence est que ce dernier est beaucoup plus dense, de sorte qu'il en faut un volume moindre. Mais le *poids* de gaz consommé est sensiblement le même dans les deux cas, parce que la puissance calorifique du gaz d'éclairage est sensiblement la même (10 000 calories par *kilogr.*) que celle de l'essence de pétrole. Quant à l'encombrement total d'un moteur à pétrole, il ne peut différer notablement de celui d'un moteur à gaz d'éclairage de même puissance, parce que le volume d'air correspondant que le piston doit emprunter à l'atmosphère est sensiblement le même lorsqu'il s'agit de brûler 1 kilogr. de gaz ou 1 kilogr. de gazoline, et que ce volume est très considérable.

Enfin, avant d'étudier la question de l'application de l'électricité aux automobiles, je donnerai quelques chiffres sur l'acétylène employé comme explosif dans les moteurs à gaz. Un kilogr. de carbure de calcium produit 300 litres d'acétylène capables de donner 3 500 calories. Comme la machine dont il vient d'être question (moteur Lenoir) donne un rendement thermique de 20 %, il s'ensuit que le même moteur transformerait en travail 700 calories par kilogramme de carbure décomposé, ce qui correspond à 1,1 cheval-heure; la consommation de carbure serait donc de 0kg 900 par cheval-heure.

Emploi de l'électricité. — Au point de vue de l'élégance, de la propreté et de la simplicité de conduite, les automobiles avec moteur électrique tiennent le premier rang.

Nous avons vu que, dans les différents accumulateurs d'énergie que nous venons d'étudier, on peut emmagasiner :

1 500 kgm. par kilogr. d'air comprimé, réservoir compris.
2 900 kgm. par kilogr. d'eau chaude comprimée, réservoir compris.

Ces résultats sont dépassés de beaucoup dans les accumulateurs Fulmen, ainsi que le montre le tableau suivant qui renferme les données relatives aux voitures automobiles électriques de M. Jeantaud et de M. Darrac :

Voiture Jeantaud.

Poids de la voiture en charge	Kilogr.	3 000
Poids total de la batterie d'accumulateurs (38)	—	850
Poids des plaques seules	—	575
Poids des vases et du liquide	—	275
Rapport du poids des vases et du liquide à celui des plaques seules	$\frac{275}{575}$ =	0,48
Travail disponible *aux pôles*, 38 × 2 volts × 70 ampères = ou 532 kilogrammètres, ou encore 7,2 chevaux pendant 2 ½ à 2 ¾ heures.		5 320 watts
Courant par kilogrammes de plaques		4,62
Courant *maximum possible*	Ampères.	200
Poids des accumulateurs *par cheval aux pôles* au régime normal	Kilogr.	118
Travail emmagasiné *(aux pôles)* par kilogramme de poids total (la durée du fonctionnement étant de 2 ¾ h.	Kgm.	4 155
Travail disponible sur l'arbre du moteur par kilogramme de poids total	Kilogr. 4 155 × 0,75 =	3 120

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 16, p. 251; n° 17, p. 262.



Voiture Darrac.

Poids total (environ)	Kilogr.	1 200
Nombre des accumulateurs		40
Poids des plaques ($6^{kg}5 \times 40$) . . . 260 ; Poids des vases et liquides ($3^{kg}5 \times 40$) . . . 140	Kilogr.	400
Courant de régime	Ampères.	25
Voltage moyen à $1,90 \times 40$	Volts.	75
Force disponible aux bornes	Chevaux.	2,5
Durée du fonctionnement	Heures.	5
Poids du cheval aux bornes	Kilogr.	160
Travail emmagasiné au pôle par kilogr. total	—	8 550
Travail disponible sur l'arbre du moteur par kilogr. de poids total d'accumulateurs . . . . . Kilogr. $8\,550 \times 0,75 =$		6 400

On voit donc que l'on dispose de 6 400 kgm. par kilogramme total de charge; on en déduit que 1 kilogr. d'accumulateurs peut élever son propre poids à 6 400 mètres, tandis que nous avons vu que 1 kilogr. d'air comprimé l'élève à 1 500 mètres et 1 kilogr. d'eau chaude à 2 900 mètres.

Mais les accumulateurs électriques présentent deux graves inconvénients : le premier, c'est qu'ils nécessitent, pour leur chargement, une installation ou une canalisation électriques; le second, c'est qu'ils mettent un temps beaucoup plus long à se recharger qu'ils n'en mettent à se décharger.

Résumé et conclusions. — Vapeur. — Nous venons de voir que la chaudière de locomotive peut produire d'une manière régulière jusqu'à 80 et même 90 kilogr. de vapeur par mètre carré de surface de chauffe et par heure, tout en ayant un rendement de 8 kilogr. de vapeur par kilogramme de charbon.

Ces résultats peuvent, d'ailleurs, être dépassés à la condition d'avoir un tirage suffisant et *une combustion faite dans des conditions rationnelles.*

J'admettrai 90 kilogr. de vapeur par mètre carré et par heure comme limite de la production que l'on peut soutenir pendant un temps quelconque, et 120 kilogr. comme le poids moyen d'une chaudière de locomotive par mètre carré. Il résulte de ces deux chiffres que la chaudière peut évaporer dans une heure jusqu'aux trois quarts de son poids d'eau.

D'autre part, la consommation de vapeur peut, comme l'ont montré les expériences de la Compagnie de l'Est, être facilement réduite à moins de 11 kilogr. par cheval-heure mesuré à la jante des roues motrices, c'est-à-dire déduction faite des frottements du mécanisme. Ce à équivaut à une production de travail de 25 000 kilogrammètres mesuré au frein de Prony (la machine étant supposée soulevée du sol) par kilogramme de vapeur.

Mais, dans les petites machines, le rendement étant toujours moins bon que dans les grandes, j'admettrai qu'un moteur d'automobile, identique à celui d'une locomotive, donnerait seulement les deux tiers du nombre ci-dessus, soit 16 500 kilogrammètres par kilogramme de vapeur, chiffre très acceptable et que l'on pourrait, d'ailleurs, certainement dépasser de beaucoup en surchauffant la vapeur.

Ces données vont me permettre de calculer approximativement le poids des approvisionnements en charbon et en eau qu'il faudrait emporter par tonne de poids total d'un véhicule automobile devant parcourir 100 kilomètres sans ravitaillement, ainsi que le poids de la chaudière, les conditions imposées étant celles-ci : maintenir une vitesse constante de 30 kilomètres sur toute rampe inférieure à 30 millimètres par mètre, en admettant que l'effort de traction nécessaire pour remorquer une tonne sur un chemin horizontal est égal à 30 kilogr. Je supposerai, en outre, que le point d'arrivée est situé à 500 mètres au-dessus du point de départ.

Le travail total sur le parcours de 100 kilomètres se décompose en deux parties :

1° Travail absorbé par l'effort de traction de 30 kilogr. sur niveau	kgm.	3 000 000
2° Travail absorbé pour monter une tonne à 500 mètres de hauteur		500 000
Total	kgm.	3 500 000

Quantité d'eau nécessaire pour produire ce travail $\frac{3\,500\,000}{16\,500} = 212$ kg.

Poids de charbon nécessaire pour vaporiser 212 kilogr. d'eau . . . . . $\frac{212}{7} = 30$ kg.

Poids total des approvisionnements . . . . 242 kg.

Voyons maintenant quel sera le poids de la chaudière.

Lorsque le véhicule montera une rampe de 30 millimètres à la vitesse de 30 kilomètres, le travail à fournir par seconde sera égal (pour une tonne) à $(30 + 30)\,\frac{30\,000}{3\,600} = 500$ kilogrammètres par seconde ou 6,7 chevaux.

La production de vapeur devra atteindre par heure $\frac{500 \times 3\,600}{16\,500}$ $= 110$ kilogrammes.

La surface de chauffe nécessaire pour cette production *maximum* devra être de $1^{m2}25$ et le poids correspondant de la chaudière sera $120 \times 1,25 = 150$ kilogrammes.

En ajoutant ce nombre au poids des approvisionnements, nous trouvons environ 400 kilogr. Si nous supposons que sur le poids total d'une tonne, les voyageurs représentent 200 kilogr., il restera 400 kilogr. pour le poids du véhicule et celui du mécanisme capable de développer 7 chevaux. En ce qui concerne le mécanisme, composé comme celui des locomotives de deux cylindres dont les pistons agissent sur des manivelles conjuguées à angle droit, je considère comme *facile* de réduire son poids à une cinquantaine de kilogrammes. Il resterait donc 350 kilogr. pour le poids du véhicule seul qui, étant construit sur les mêmes principes que les bicyclettes, pèserait certainement moins que ce que nous venons d'admettre.

Quant à la dépense de combustible, elle serait de 30 kilogr. par 100 kilomètres de parcours, soit *300 grammes* par kilomètre dans les conditions que j'ai définies, c'est-à-dire en supposant que le point d'arrivée serait à 500 mètres au-dessus du point de départ et que 1 kilogr. de coke vaporiserait seulement 7 kilogr. d'eau. Pour un simple particulier achetant le coke au détail, cette consommation de combustible correspondrait à une dépense d'argent de 0 fr. 012 environ.

Si au lieu d'une chaudière de locomotive (igni-tubulaire), nous admettons que l'on emploie une chaudière de torpilleur (aqua-tubulaire), les résultats seraient supérieurs, puisque à surface de chauffe égale, la seconde pèse environ les $^6/_{10}$ de ce que pèse la première.

Pétrole. — L'adoption d'un moteur à pétrole entrainerait la suppression de la chaudière et d'une grande partie du poids des approvisionnements qui pourraient être remplacés par un poids utile. On peut estimer le poids du moteur de 500 kilogrammètres par seconde à 150 kilogr. (1), celui de l'eau de circulation et du pétrole à 100 kilogr. Le poids total du moteur et des approvisionnements serait donc de 250 kilogr. au lieu de 400 kilogr. Il y a donc là un avantage très réel en faveur du pétrole. Quant à la consommation de pétrole, elle serait, pour 100 kilomètres (en admettant un travail effectif à la jante des roues égal à 750 000 kilogrammètres par kilogramme de pétrole), de $\frac{3\,500\,000}{750\,000} = 4^{kg}7$.

Or, l'essence minérale est vendue à Paris 0 fr. 45 le litre de 700 grammes, soit 0 fr. 64 le kilogr.; le prix de $4^{kg}7$ serait donc presque égal à 3 francs, soit 0 fr. 03 par kilomètre, nombre deux fois et demi aussi grand que celui qui correspond à la vapeur. Remarquons, d'ailleurs, que le travail de 750 000 kilogrammètres que j'ai admis pour le kilogramme d'essence minérale, correspond à une consommation d'environ un demi-litre par cheval-heure.

Remarquons encore que le coke pris en gros est livré par la Compagnie du Gaz au prix de 25 francs par tonne au lieu de 40 francs chiffre adopté plus haut et que le prix du pétrole s'élèverait nécessairement beaucoup si les véhicules automobiles devenaient d'un usage général car sa production est très limitée et ne représente qu'une très petite fraction de celle du charbon.

Comparaison entre la vapeur et le pétrole. — On voit que la vapeur l'emporte sur le pétrole au point de vue économique et sa supériorité à cet égard serait encore bien plus considérable, si on admettait, ce qui n'a rien d'impossible, qu'une automobile peut fournir les mêmes résultats qu'une locomotive, c'est-à-dire vaporiser 8 kilogr. d'eau par kilogramme de combustible et donner à la jante des roues 25 000 kilogrammètres par kilogramme d'eau consommée. En substituant ces nombres à ceux qui m'ont servi de base plus haut, on trouverait :

Poids d'eau nécessaire pour développer 3 500 000 kilogrammètres	kilogr.	140 »
Poids de combustible	—	17,5
Dépense de charbon par kilomètre et par tonne	—	0,175
Dépense en argent par kilomètre, en supposant le coke à 25 francs la tonne	Fr.	0,0044

La dépense en argent pour le combustible seul serait donc *sept fois* moindre qu'avec le pétrole et on aurait, en outre, tous les avantages particuliers au moteur à vapeur. Je conclus donc que dans le cas où la nécessité de s'occuper de la conduite du feu n'est pas un obstacle absolu, la vapeur l'emportera certainement sur le pétrole, aussi bien au point de vue de l'économie qu'à celui de la puissance spécifique. Le pétrole a, toutefois, une supériorité sur la vapeur, c'est la possibilité de faire, sans ravitaillement, des étapes qui ne seraient pas possibles avec une machine à vapeur sans condensation.

Si donc on parvenait à supprimer la conduite du feu et le ravitaillement de l'eau, la victoire de la vapeur serait complète sur tous les points. Ce double problème peut-il être résolu ? Je n'hésite pas à répondre affirmativement.

(1) Je ne peux donner que des chiffres approximatifs, les constructeurs étant très sobres de renseignements à cet égard. Mais ce qui est certain, c'est que le moteur à pétrole est nécessairement beaucoup plus lourd, *toutes choses égales d'ailleurs*, que le moteur à vapeur de même puissance, pour des motifs déjà exposés plus haut.



Mais dans l'état actuel, avec les chaudières et les moteurs usuels, la vapeur peut déjà rendre de très grands services, et pour le transport rapide des personnes où elle peut lutter avec le pétrole, et pour le transport des marchandises où le pétrole lui serait certainement inférieur.

Voyons maintenant rapidement ce que peuvent donner l'air comprimé et l'électricité.

AIR COMPRIMÉ. — J'admettrai que le réservoir d'air comprimé pèse 300 kilogr. et que la bouillotte nécessaire au réchauffement de l'air, dont l'emploi a permis à M. Mékarsky d'obtenir un rendement très supérieur à celui qui eût été possible sans elle, pèse toute chargée 100 kilogr. D'après les résultats exposés plus haut, le réservoir pèse douze fois autant que l'air qu'il contient. Le réservoir de 300 kilogr. peut donc emporter 25 kilogr. d'air capables de fournir un travail égal à :

$$25 \times 20\,000 \text{ kilogrammètres} = 500\,000,$$

tandis que le même poids total (400 kilogr.) de chaudière, de charbon et d'eau permet de développer dans l'automobile à vapeur 3 500 000 kilogrammètres, c'est-à-dire sept fois autant, et cela avec une dépense bien moindre. Car le cheval-heure supposé développé à la jante des roues de l'automobile à air comprimé exige, à l'usine de compression, une dépense de $4^{kg}500$ de charbon au lieu de $2^{kg}35$, ce dernier chiffre correspondant au cas où l'automobile à vapeur donne 16 500 kilogrammètres de travail par kilogramme d'eau dépensée et vaporise 7 kilogr. d'eau par kilogr. de charbon.

L'emploi de l'air comprimé est donc inadmissible pour les automobiles destinées à voyager sur les routes ordinaires.

ÉLECTRICITÉ. — En admettant 6 400 kilogr. de travail emmagasiné par kilogramme d'accumulateurs, on trouve que 400 kilogr. d'accumulateurs peuvent développer 2 560 000 kilogrammètres de travail au lieu de 3 500 000 que nous donnait le poids équivalent de chaudière et d'approvisionnements de la machine à vapeur. C'est donc 70 kilomètres au lieu de 100 que pourrait parcourir sans ravitaillement la voiture électrique. C'est déjà une distance assez considérable et qui permettrait, dans beaucoup de cas, l'emploi des voitures électriques lesquelles seront probablement, dans un avenir prochain, le véhicule de luxe adopté par la classe riche et qui, d'ailleurs, ne pourra être employé que dans les centres industriels possédant des usines électriques.

On voit que l'accumulateur électrique a une puissance spécifique à peu près quatre fois aussi considérable que celle de l'air comprimé. Mais il ne permet pas de donner des *coups de collier* comparables à ceux que l'on peut obtenir de ce dernier.

Je me propose d'examiner dans un prochain article les résultats que peut donner le gaz d'éclairage comprimé.

Marcel DEPREZ,
Membre de l'Institut.

COURSE DE VOITURES AUTOMOBILES
entre Marseille, Fréjus, Nice et Monte-Carlo.

Les 29, 30 et 31 janvier 1897 a eu lieu une nouvelle course de voitures automobiles. Cette épreuve, d'un caractère différent de celle courue en septembre dernier entre Paris et Marseille et dont un compte rendu détaillé a été publié dans le *Génie Civil* (1), avait été organisée par le Comité municipal des fêtes de Nice, sous le patronage de l'Automobile-Club de France, et était spécialement réservée aux amateurs. Elle était divisée en trois étapes d'importance très inégale :

1re étape : Marseille-Fréjus	kilomètres.	155
2e étape : Fréjus-Nice		68
3e étape : Nice-Monte-Carlo		30

soit 253 kilomètres pour la longueur totale de la course. Toutefois, la longueur réelle de l'épreuve n'était que de 240 kilomètres, car le point de contrôle d'arrivée avait été établi à la Turbie, à 17 kilomètres de Nice. On remarquera, sur le profil en long (fig. 1), qu'avant d'arriver à Monte-Carlo, il existe une longue descente sur laquelle il eût été imprudent de forcer les concurrents à déployer toute la vitesse à laquelle ils pouvaient recourir à la fin de la course. Aussi, quoique le point terminus fût bien fixé à Monte-Carlo, la course se terminait, en réalité, à la Turbie et, à partir de là, aucune voiture ne pouvait, d'après le règlement, dépasser celle qui la précédait, de sorte que l'arrivée à Monte-Carlo s'est effectuée dans le même ordre qu'à la Turbie.

Le montant total des prix offerts s'élevait à 21 000 francs, répartis de la façon suivante :

Pour les voitures, 34 prix, dont un de 2 000 francs, un de 1 000 francs, un de 800 francs, un de 600 francs, 16 de 500 francs et 14 de 400 francs, soit au total, 18 000 francs;

Pour les motocycles, 20 prix, dont un de 500 francs, un de 300 francs, deux de 200 francs, quatre de 150 francs et douze de 100 francs, soit en tout, 3 000 francs.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 26, p. 401.

En plus de ces prix en argent, de nombreuses médailles en or, en vermeil et en argent ont été offertes, par l'Automobile-Club de France, aux véhicules ayant accompli le trajet ou parties du trajet dans certaines conditions (1).

Le nombre des concurrents inscrits s'élevait à 43 pour les voitures et 24 pour les motocycles, mais, au départ, le nombre des voitures mises en ligne n'a été que de 28 et celui des motocycles de 9. Le parcours complet n'a été effectué que par 24 voitures et 7 motocycles. Tout s'est, d'ailleurs, passé dans d'assez bonnes conditions et l'on n'a eu à signaler qu'un accident un peu grave, celui arrivé à un conducteur qui s'est blessé en tombant de voiture.

Le tableau suivant donne les renseignements les plus essentiels concernant les véhicules qui ont pris part à la course, le temps qu'ils ont mis à parcourir le trajet, enfin la vitesse moyenne, à l'heure, qu'ils ont fournie pendant toute la durée de l'épreuve.

CLASSEMENT	NOMS des CONDUCTEURS	NOMS des CONSTRUCTEURS	NATURE du MOTEUR	POIDS DE LA VOITURE	FORCE MOTRICE	DURÉE du TRAJET	VITESSE MOYENNE
				kilogr.	chevaux	h. m. s.	kil.
	Voitures.						
1	Cte de Chasseloup-Laubat.	De Dion-Bouton.	Vapeur.	2 300	18	7 45 9	31
2	Lemaitre.	Peugeot.	Pétrole.	720	6	8 17 27	29
3	Prévost	Panhard-Levassor.	»	1 300	8	8 26 58	28,4
4	De Knyff.	Id.	»	1 000	6	9 5 14	26,4
5	Giraud.	Id.	»	800	4	9 24 23	25,5
6	Pary	De Dion-Bouton.	Vapeur.	2 000	15	9 35 50	25
7	A. Gautier	Peugeot.	Pétrole.	650	3,75	9 47 12	24,5
8	H. Peugeot	Id.	»	650	3,75	9 48 42	24,4
9	Laffite.	Panhard-Levassor.	»	1 000	6	10 10 24	23,6
10	Bruninghauss	Id.	»	1 000	6	10 15 19	23,4
11	Égrevi.	Landry-Beyroux.	»	950	5	11 52 6	20,2
12	Cahen (Marcel)	Peugeot.	»	650	3,25	11 56 5	20.1
13	Peter (Albert)	Id.	»	650	3,25	11 58 58	20
14	Beauvais.	Id.	»	550	2,25	12 24 55	19,3
15	Sibilat.	Panhard-Levassor.	»	700	4	12 49 59	18.7
16	Courtois.	Benz.	»	800	3	12 50 40	18,6
17	Petrus.	Peugeot.	»	550	3,25	13 20 39	18
18	Maillaud.	Id.	»	650	3,75	13 29 28	17.7
19	Dravet.	Landry-Beyroux.	»	950	5	14 20 3	16,7
20	Laumaillé	Peugeot.	»	650	2,50	14 29 7	16,5
21	Pansu	Benz.	»	850	5	18 10 23	13,3
22	Dupré-Neuvy	Landry-Beyroux.	»	950	5	18 10 30	13.2
23	Vte de Sallmard	Benz.	»	850	4	19 29 29	12,[illegible]
24	Comiot	Panhard-Levassor.	»	750	4	37 49 8	6.5
	Motocycles.						
1	Chesnay	De Dion-Bouton.	Pétrole.	75	1	9 23 36	25.5
2	Marcellin	Id.	»	75	1	9 40 53	24.8
3	Vte du Soulier	Voiturette Bollée.	»	260	3	9 46 18	24,5
4	Mouter	De Dion-Bouton.	»	75	1,25	10 13 31	23,4
5	Rivierre	Id.	»	75	1	10 29 57	22,8
6	Cabassus.	Id.	»	75	1	10 33 45	22.7
7	Nicodémi.	Id.	»	75	1	10 45 30	22.2

Ce qui frappe tout d'abord c'est que, tandis que dans les épreuves précédentes, Paris-Bordeaux (1895) et Paris-Marseille (1896), c'était un moteur à pétrole qui avait remporté la victoire, dans la dernière course c'est, au contraire, un moteur à vapeur qui actionnait la voiture ayant accompli le trajet dans le plus faible laps de temps. Cette revanche de la vapeur était, d'ailleurs, attendue et escomptée par de nombreux esprits qui n'attribuaient ses insuccès précédents qu'à des imperfections des mécanismes (2). Toutefois, elle est loin de décourager les partisans des moteurs à pétrole qui ont, d'ailleurs, de nombreux motifs pour trouver la dernière course très satisfaisante à leur point de vue.

On remarquera, sans doute, que la voiture à vapeur conduite par M. le comte de Chasseloup-Laubat (fig. 4) et qui a remporté le premier prix, a un poids double ou triple des voitures à pétrole, ce qui ne peut manquer d'être un inconvénient sérieux dans beaucoup de cas. Toutefois, comme la force motrice est accrue dans une proportion à peu près semblable, il en résulte de nombreux avantages, surtout pour les voitures qui doivent être affectées à un service pénible ou qui sont destinées à transporter de lourdes charges.

L'examen du graphique de la course (fig. 2) montre que presque toutes les voitures ont accompli le trajet avec une régularité de marche remarquable et beaucoup plus grande que celle qui avait été constatée dans la course Paris-Marseille. Cela tient, sans doute, en partie, au meilleur état des routes, à un temps plus favorable et à l'expérience acquise dans l'épreuve précédente.

Il nous paraît intéressant de décrire ici succinctement les principales

(1) En dernier lieu, les prix alloués ont été un peu supérieurs à ceux indiqués ci-dessus.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 16, p. 252 (article de M. Marcel DEPREZ).

dispositions de la voiture de M. de Chasseloup-Laubat qui, comme le montre la figure 4, présente la forme d'un grand breack à 8 places.

La vapeur motrice est fournie par une petite chaudière tubulaire placée à l'avant de la voiture et, pour rendre invisible la vapeur d'échappement, on la surchauffe en la faisant passer dans un serpentin placé dans l'enveloppe du foyer.

Le moteur est du type compound. D'après ses constructeurs, la

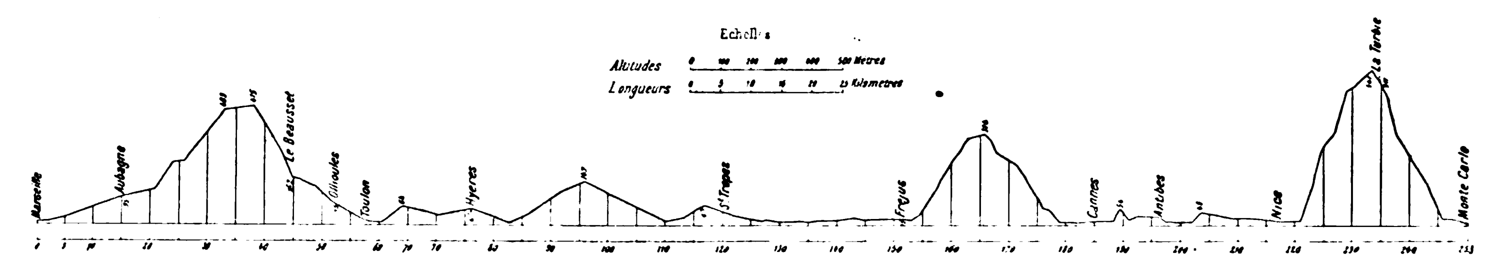


Fig. 1. — Course de voitures automobiles Marseille-Nice : Profil en long de la route suivie.

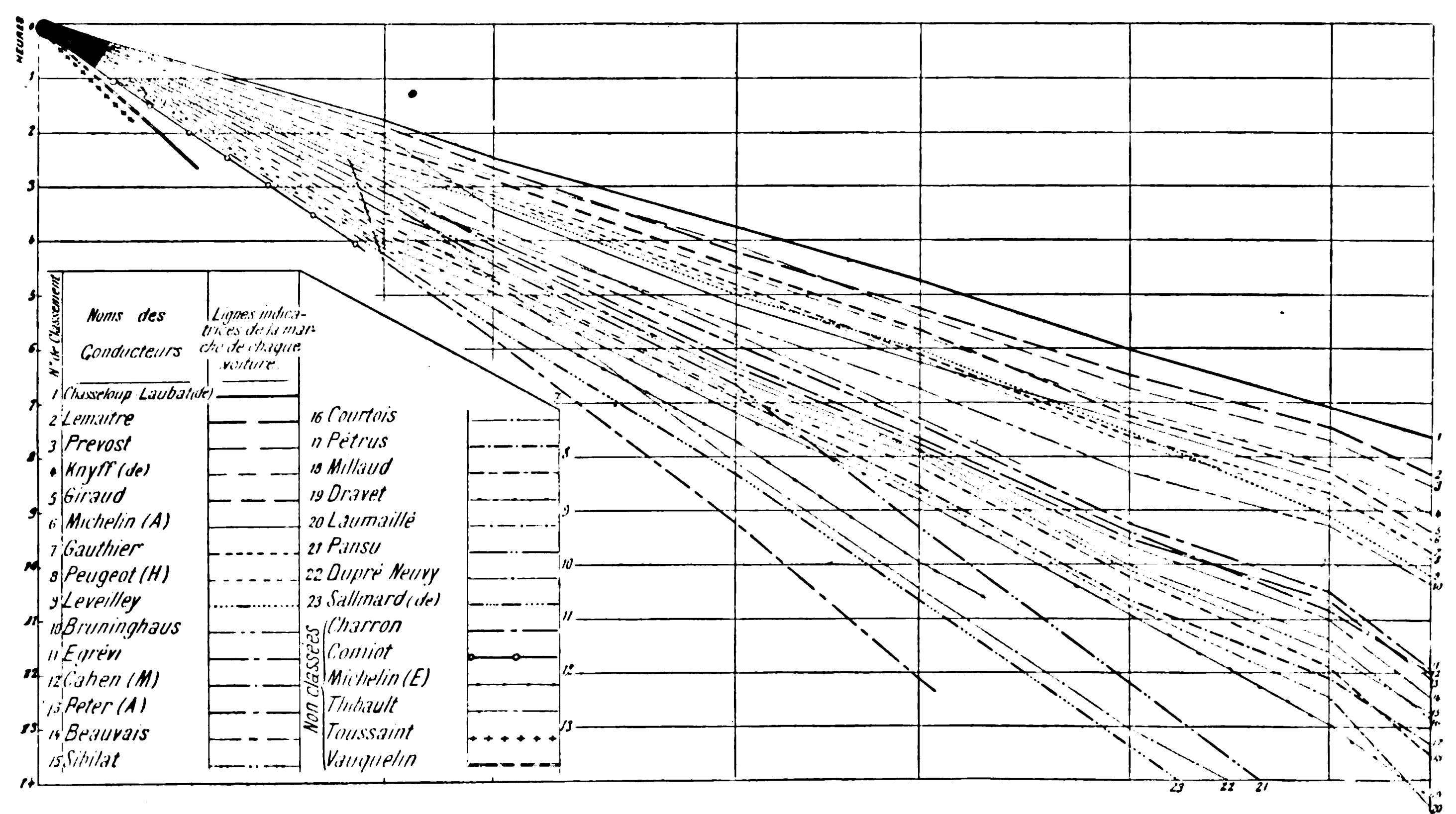


Fig. 2. — Course de voitures automobiles Marseille-Nice : Graphique de la marche des voitures.

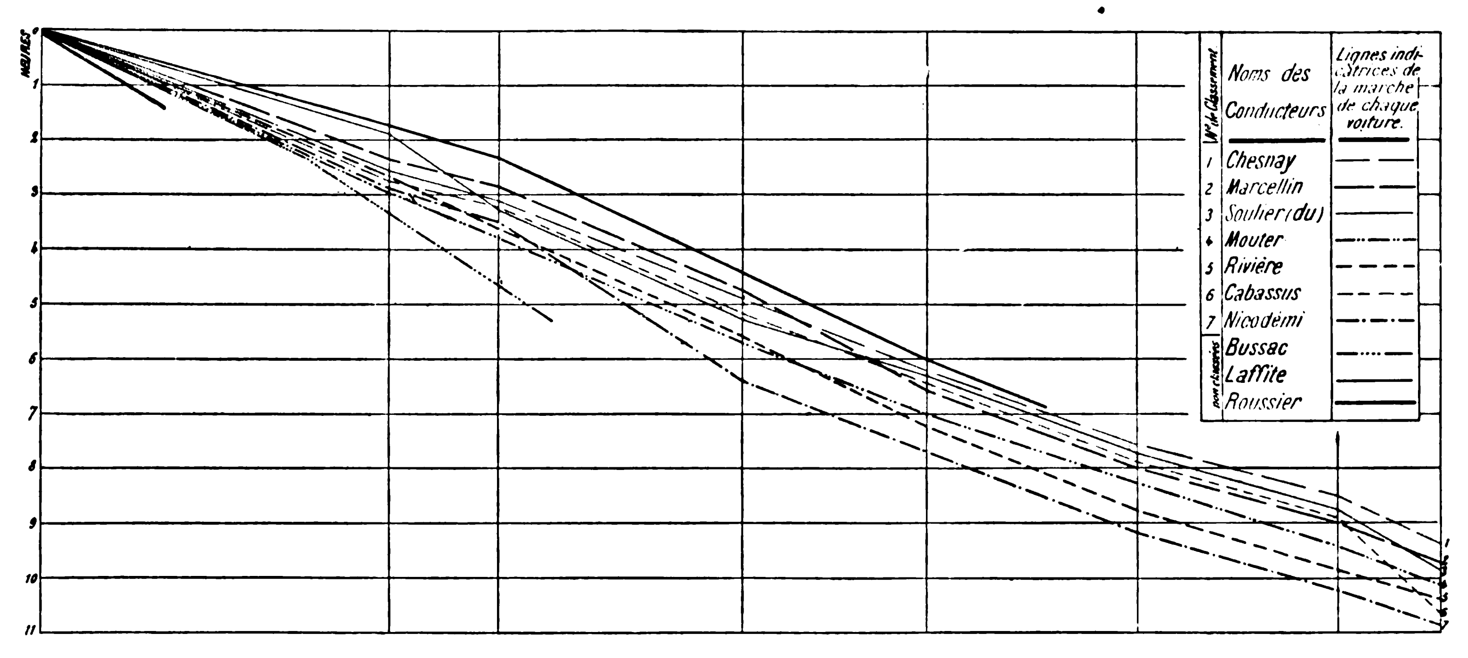


Fig. 3. — Course de voitures automobiles Marseille-Nice : Graphique de la marche des motocycles.

vitesse de régime serait de 600 tours par minute, et à la marche compound, l'effort sur l'arbre serait de 18 chevaux, tandis qu'à la marche au dépiqueur, c'est-à-dire en admettant la vapeur aux deux cylindres à pleine pression, cet effort s'élèverait à 30 chevaux. Cette marche au dépiqueur ne doit, d'ailleurs, jamais être qu'accidentelle, soit pour démarrer, soit pour monter une côte très dure.

La consommation de coke, en prenant pour base une vitesse de

30 kilomètres à l'heure, serait de 4 hectolitres par 100 kilomètres. On pourrait faire ainsi un parcours de 70 kilomètres avec les bâches qui contiennent environ 350 litres d'eau.

Cette voiture est arrivée, dans des circonstances exceptionnellement favorables, à développer une vitesse de 50 kilomètres à l'heure.

En définitive, et ce sera là la conclusion de cette note, nous inclinons à croire que les promoteurs de la vapeur ont raison quand ils prédisent

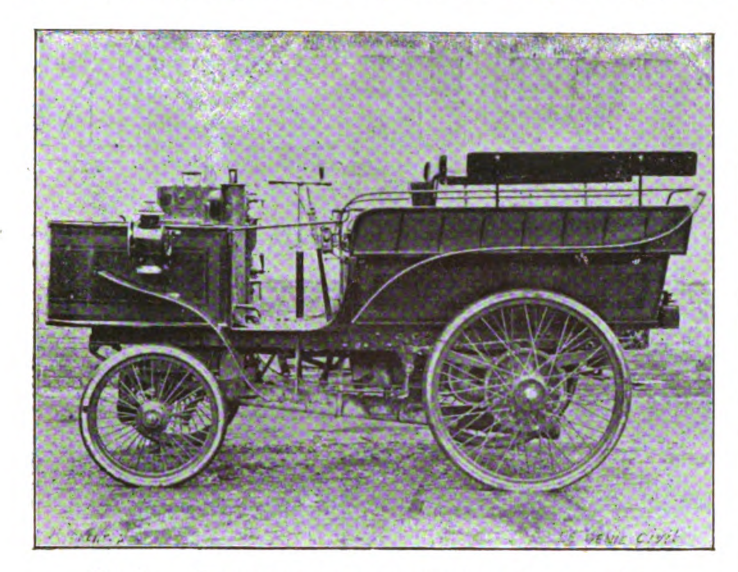


Fig. 4. — Course de voitures automobiles Marseille-Nice : Vue de la voiture (break à vapeur) ayant remporté le *Premier prix.*

le succès de son application aux véhicules lourds, notamment aux omnibus et aux voitures destinées au transport des marchandises, mais il nous paraît que les voitures d'amateurs, à deux et même à quatre places, trouveront dans les moteurs à pétrole plus de légèreté et moins de sujétions. Quant aux voitures à moteurs électriques, qui n'ont pas encore figuré dans les diverses épreuves précédemment organisées, il suffirait, pour les placer au premier rang, sinon au point de vue du confortable, de découvrir l'accumulateur léger qui reste encore à trouver.

Ch. Dantin.

CHEMINS DE FER

NOUVEAU FREIN ÉLECTRO-PNEUMATIQUE POUR CHEMINS DE FER

Système Chapsal.

Le frein électro-pneumatique de M. Chapsal a déjà fait l'objet de plusieurs communications, notamment à la Société des Ingénieurs civils de France. Aussi, notre intention est-elle aujourd'hui de décrire ici un dispositif entièrement nouveau de ce frein, qui fait disparaître, comme on le verra, toutes les objections, dont quelques-unes d'ailleurs fondées, que le premier dispositif avait fait naître.

La première valve était mise en mouvement par un courant électrique lancé dans un fil de serrage, et la deuxième par un courant électrique lancé dans un fil de desserrage.

De plus, le fonctionnement de ces deux valves électriques était lié rigoureusement à celui de la triple valve sur laquelle on avait établi deux commutateurs destinés à couper les circuits de serrage et de desserrage, dès que son piston avait pris un mouvement d'ascension ou de descente.

Ce premier dispositif comportait donc deux fils de ligne, d'où une assez grosse difficulté d'accouplement; deux bornes et deux commutateurs de triple valve, assez difficiles à régler exactement; deux valves électriques séparées comprenant chacune un électro-aimant distinct; et quatre bornes de jonction. Malgré ces complications, une rame de 18 voitures munie des appareils en question a fait sans incidents un service régulier de dix trains par jour entre Paris et Versailles depuis le 3 novembre dernier, et c'est cette rame qui a été présentée aux représentants du Comité technique, du Contrôle, et des grandes Compagnies, dans les essais qui ont eu lieu entre Paris et Mantes, le 16 janvier dernier.

Les modifications nouvelles portent sur deux points principaux :

1° Réunion des deux valves électriques en une seule, et suppression des deux électro-aimants attractifs, qui sont remplacés par un anneau oscillant du genre Gramme ou analogue;

2° Réduction des deux fils de ligne à un seul dans lequel, à l'aide d'un commutateur inverseur très simple placé sur le robinet du mécanicien, on fait passer alternativement un courant direct ou inverse, qui, actionnant l'anneau oscillant dans un sens ou dans l'autre, met en mouvement, soit la valve de serrage, soit la valve de desserrage.

De ces modifications résultent : la suppression d'un des fils de ligne; la suppression des commutateurs et bornes de triple valve; celle des deux électro-aimants attractifs, de toutes les tuyauteries destinées à relier les deux valves, et de toutes les bornes d'attache correspondantes ; enfin l'accouplement à contact central unique d'une simplicité absolue.

On verra que la simplification de la disposition mécanique a pour parallèle une amélioration considérable dans le fonctionnement, par le fait de rendre le frein électrique modérable absolument indépendant des triples valves, et de conserver pendant toute la durée de son action l'alimentation complète et indépendante des réservoirs auxiliaires.

Ceci étant posé, nous décrirons sommairement le nouveau dispositif, en prenant pour type la transformation du frein Westinghouse ancien ou à action rapide, les applications au frein Wenger et au frein à vide Clayton étant analogues et même encore plus simples.

La figure 1 montre l'ensemble schématique des appareils dans lequel on voit la double valve électrique placée sur le branchement qui aboutit d'une part entre le réservoir auxiliaire et la triple valve, et d'autre part au cylindre à freins.

Les figures 2 et 3 correspondent au plan et à l'élévation de l'ensemble de la double valve électrique, et montrent plus particulière-

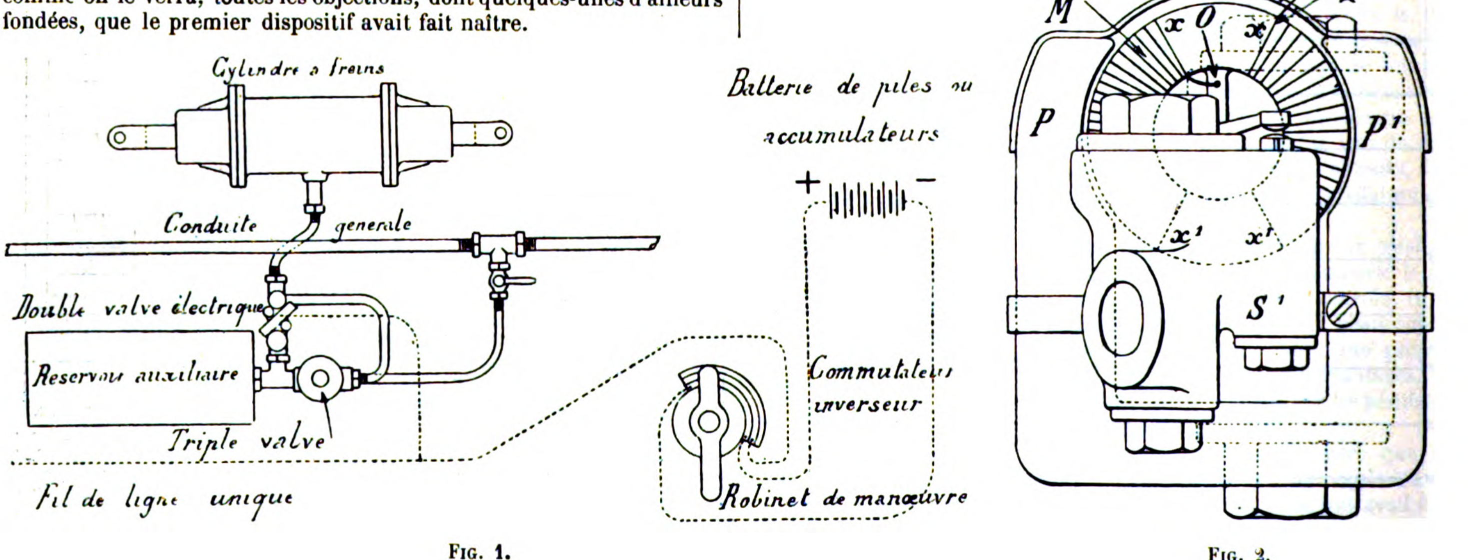


Fig. 1. Fig. 2.

Nous nous contenterons de rappeler en deux mots en quoi consistait ce premier dispositif :

Sous chaque voiture, on plaçait une valve électrique de serrage et une valve électrique de desserrage, actionnées chacune par un électro-aimant attractif.

ment la position par rapport à cette valve de l'anneau mobile et de l'aimant.

La figure 4, sur laquelle on peut suivre la description du fonctionnement, est une coupe transversale de cette double valve. On a supposé enlevés l'anneau oscillant et son aimant, et on n'a conservé, pour

la compréhension du texte, que les deux petits leviers l, l^1, qui sont fixés sur l'axe I de cet anneau et qui, suivant le sens d'oscillation, viennent mettre en mouvement soit les organes de serrage, soit les organes de desserrage.

Enfin la figure 5 représente en coupe une tête d'accouplement transformée avec contact intérieur central. La cavité A est, après la pose du fil, remplie de paraffine coulée par le conduit supérieur qu'on ferme ensuite par la vis V.

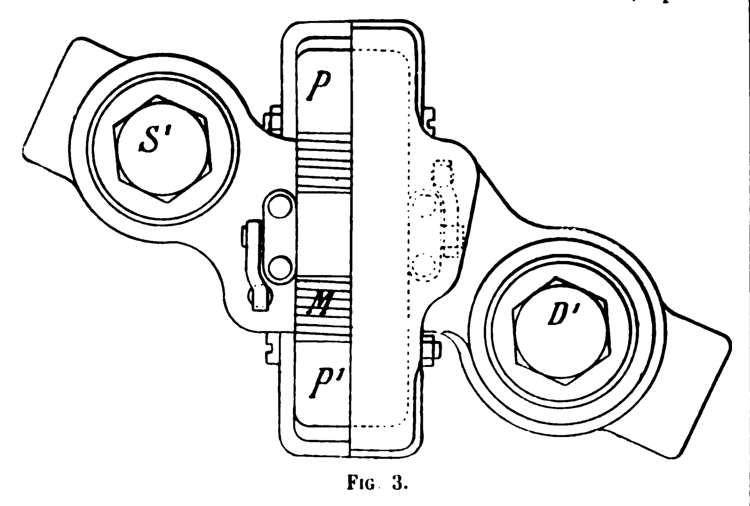


Fig. 3.

L'anneau représenté en M (fig. 2 et 3) est disposé entre les pôles P P¹ d'un aimant; il oscille autour d'un axe I (fig. 4) et porte un double levier l, l^1 venant agir sur deux pointeaux $k\,k^1$ (fig. 4).

Il est monté en dérivation; une des extrémités du fil dont l'enroulement est fait en sens inverse sur les deux moitiés, est reliée au fil unique de ligne L L¹ qui règne tout le long du train, tandis que l'autre extrémité est reliée à la masse en O, et par conséquent à la terre. Cet anneau, ne comportant pas, pour plus de simplicité, de commutateur redresseur, l'enroulement est interrompu sur l'espace de deux petits secteurs xx, x^1x^1, régnant de chaque côté du diamètre perpendiculaire à la ligne des pôles de l'aimant, et correspondant à l'amplitude totale du mouvement de l'anneau dans les deux sens.

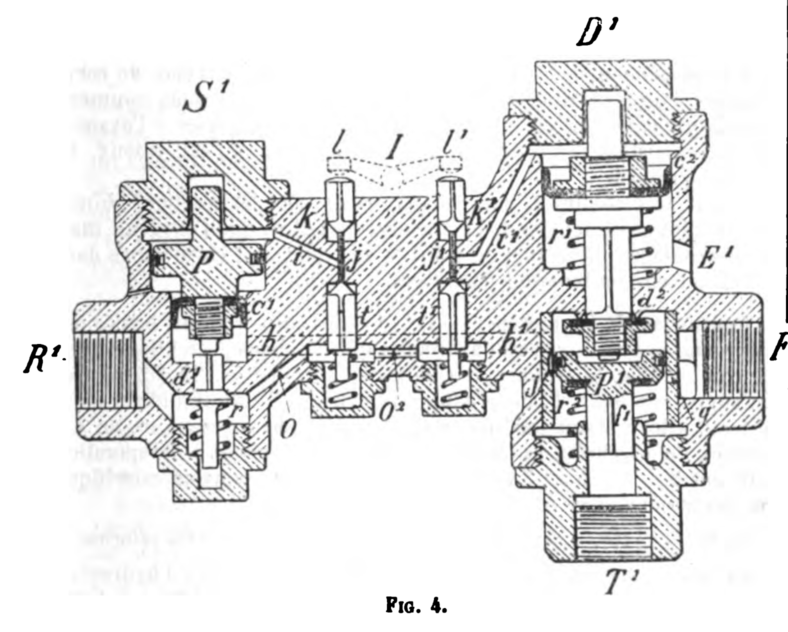


Fig. 4.

Il est inutile de décrire ici le commutateur du robinet de manœuvre, qui est un commutateur inverseur établi de telle sorte que, dans la position correspondant au serrage électrique, l'anneau oscille vers la gauche et actionne par conséquent le pointeau k, tandis que, dans la position du desserrage électrique, l'anneau oscille vers la droite, et vient actionner le pointeau k^1. En outre, la manette du robinet joue le rôle de coupe-circuit automatique, pour éviter la consommation d'énergie électrique dans l'une ou l'autre de ces positions, dès que le mécanicien cesse d'actionner le frein et abandonne cette manette.

Dans ce cas, aucun courant ne passe et l'anneau revient à sa position de repos.

Il nous reste à décrire la double valve et à expliquer son fonctionnement, qui diffère du reste fort peu du fonctionnement des valves du premier dispositif.

La valve de serrage, représentée en S¹ (fig. 4) est composée d'un système mobile comprenant un piston à segment p, un cuir embouti c^1 et un clapet d^1 avec ressort antagoniste r. La tubulure R¹ communique avec le réservoir auxiliaire; le canal O avec la chambre inférieure du pointeau t; et le canal i avec la chambre supérieure du piston p.

La valve de desserrage D¹ représentée également (fig. 4) se compose d'un système mobile comprenant un piston en cuir embouti c^2 avec ressort antagoniste r^1 et un clapet d^2; un autre clapet f^1 fait partie d'un piston à segment p^1, avec ressort antagoniste r^2. La tubulure T¹ communique avec la triple valve et la tubulure F¹ avec le cylindre à freins (fig. 1).

Le piston p^1 se meut dans une chemise métallique dans laquelle sont percés une série d'orifices correspondant à une chambre circulaire g. Cette chambre est réunie à la tubulure F¹ allant au cylindre à freins. Le canal i^1 communique avec la chambre au-dessus du piston c^2, tandis que la chambre inférieure du pointeau t^1 est reliée par O² à celle du pointeau t; l'orifice E¹ communique avec l'extérieur.

Un conduit $h\,h^1$ qui débouche au-dessus du piston p^1 et est indiqué en pointillé (fig. 4), fait communiquer le cylindre à freins avec le réservoir auxiliaire par l'intermédiaire de la valve de serrage.

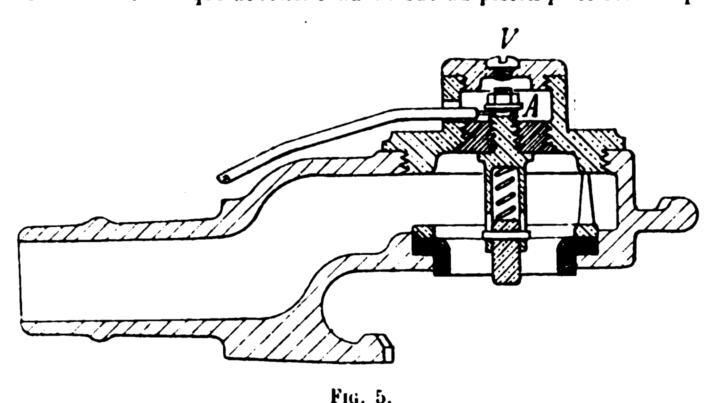


Fig. 5.

Le fonctionnement général de ces valves est le suivant :

Lorsque le mécanicien actionne la manette du robinet, pour le placer à la position de serrage électrique, l'anneau prend son mouvement de rotation vers la gauche, et le levier l ferme le pointeau k et ouvre le pointeau t. Aussitôt l'air du réservoir auxiliaire passe par O et i, pour venir au-dessus du piston p qu'il abaisse. Le clapet d^1 est alors ouvert, et l'air du réservoir auxiliaire se rend directement par le canal $h\,h^1$ et par F¹ au cylindre à freins, après avoir abaissé le piston à segment p^1, et fermé, par suite, le clapet f^1.

Dès qu'on ramène le robinet à la position neutre ou dès qu'on abandonne la manette, l'anneau reprend sa position moyenne, le pointeau t se ferme, le pointeau k s'ouvre, et l'air qui était au-dessus du piston p s'échappe à l'extérieur. Aussitôt, le système d^1 c^1 p remonte sous l'influence du ressort r et le clapet d^1 ferme toute communication du réservoir auxiliaire avec le cylindre à freins.

En répétant la même opération autant qu'il sera nécessaire, on pourra donc faire entrer directement dans le cylindre à freins l'air du réservoir auxiliaire, et par fractions aussi petites qu'on voudra.

Si, au contraire, le mécanicien actionne la manette du robinet pour l'amener à la position de desserrage électrique, le sens du courant change, l'anneau prend un mouvement de rotation vers la droite, et le levier l^1 ferme le pointeau k^1, et ouvre le pointeau t^1.

Aussitôt l'air du réservoir auxiliaire passe par O² t^1 i^1, pour venir agir sur le piston c^2. Le système mobile c^2 d^2 est immédiatement abaissé, et l'air du cylindre à freins s'échappe à l'extérieur par d^2 E¹.

Si on ramène le robinet à la position neutre ou si on abandonne la manette, l'anneau reprend sa position médiane, le pointeau t^1 se ferme, le pointeau k^1 s'ouvre; l'air contenu au-dessus de c^2 s'échappe à l'extérieur, et le système mobile reprend sa position normale sous l'influence du ressort r^1, en coupant la communication du cylindre à freins avec l'extérieur.

En répétant la même opération autant qu'il sera nécessaire, on pourra donc évacuer l'air du cylindre à freins en proportions aussi faibles qu'on le voudra.

On voit ainsi qu'on peut effectuer les serrages et les desserrages électriques avec la plus entière modérabilité et sans limite de durée, puisque pour les serrages, on prend directement l'air dans les réservoirs auxiliaires pour l'amener dans les cylindres à freins, sans que ces réservoirs cessent d'être alimentés par la triple valve ; et que pour les desserrages, on évacue directement à l'extérieur l'air des cylindres à freins. Ce point a une importance capitale pour la descente des lignes à fortes et longues pentes.

Dans le cas d'un serrage mixte, le piston p^1 se trouve soumis sur ses deux faces à la pression du réservoir auxiliaire ; il occupera la position indiquée (fig. 4), grâce à l'action du ressort antagoniste r^2, et on pourra toujours faire le desserrage pneumatiquement, même en cas d'interruption du passage du courant électrique; la petite rainure j a pour objet de permettre au besoin la vidange de la chambre située au-dessus du piston p^1 pendant le desserrage pneumatique.

Il est bien entendu que, lorsqu'au lieu de faire les serrages et les

desserrages électriques, on met le robinet à la position de serrage à fond ou de desserrage à fond les deux freins fonctionnent ensemble et indépendamment l'un de l'autre, par la même manœuvre du robinet du mécanicien, ainsi que cela avait lieu dans le premier dispositif.

Pour donner une idée bien nette de l'étape considérable que fait franchir à la question des freins continus le dispositif Chapsal, nous extrayons du programme du train d'expériences du 16 janvier les quelques manœuvres suivantes :

Andrésy	75 kilom.	Arrêt d'urgence avec le frein électrique seul	*On fermera ensuite le robinet d'accouplement derrière la machine.*
Triel	60 kilom.	Arrêt d'urgence avec le frein électrique seul, *la conduite générale étant fermée*.	Réouverture du robinet d'accouplement.
Entre Meulan et Juziers		Au kil. 44, *ouverture du robinet de vigie du fourgon, simulant une rupture de boyau.* On *évitera l'arrêt* après avoir laissé tomber la vitesse à 15 kil. à l'heure et on continuera à marcher *avec la conduite vide d'air* en faisant un nouveau blocage et déblocage au kil. 45, simulant un obstacle sur la voie.	
Juziers		Arrêt en gare *avec le frein électrique seul et conduite vide d'air*. .	Fermeture du robinet de vigie.
Limay	75 kilom.	Au signal avancé de Limay, on fera, au moyen du frein mixte, *un serrage d'urgence avec reprise brusque de vitesse sans arrêt* comme si on était subitement en présence d'un obstacle qui disparait. La vitesse de marche devra être réduite de moitié environ au moment du desserrage. L'entrée en gare se fera en vitesse réduite et on marquera un arrêt.	

Tous ces exercices qui, avec des freins ordinaires, seraient ou impossibles, ou détermineraient des ruptures d'attelage et de traverses, comme on s'en est assuré, du reste, dans des essais précédents comparatifs, ont été effectués à l'aller et au retour avec une ponctualité et une régularité absolue, et les assistants ont été particulièrement frappés de l'absence complète de réactions et de la douceur remarquable de tous les arrêts et ralentissements dus évidemment à l'action instantanée et simultanée de l'électricité aussi bien au serrage qu'au desserrage.

Tel qu'il est actuellement, le frein Chapsal a donc pour premier résultat de mettre entre les mains du mécanicien deux moyens de sécurité au lieu d'un seul, absolument complets et indépendants l'un de l'autre, quoique mis en action par la même manœuvre du robinet ; il semble devoir remédier à tous les incidents et accidents auxquels peuvent donner lieu les freins continus pneumatiques actuels : blocages intempestifs d'un train ou de voitures isolées par suite de rupture de boyaux ou de sensibilité trop grande d'une triple valve ; refus de fonctionnement des freins par suite d'une obstruction de la conduite générale ; réactions violentes lors des reprises brusques de vitesse après ralentissement d'urgence sans arrêt, etc.

Enfin, il permet d'obtenir une modérabilité absolue au serrage et au desserrage qui n'avait été obtenue jusqu'ici qu'à l'aide du frein direct du P.-L.-M., et il laisse cette modérabilité complètement indépendante du fonctionnement des triples valves, c'est-à-dire qu'elle peut se produire pendant un temps aussi long qu'on peut le supposer, sans avoir à craindre aucun appauvrissement des réservoirs auxiliaires.

Pour terminer, nous ne pourrions mieux faire que de rappeler les conclusions du rapport officiel qui a été fait sur les expériences célèbres de Burlington (1887), en vue du freinage des trains de marchandises, ou pour mieux dire des trains composés d'un nombre de véhicules dépassant la limite hors de laquelle les freins ordinaires cessent de donner des résultats satisfaisants.

Ces expériences avaient réuni un grand nombre d'appareils concurrents des types les plus variés, et les conclusions officielles ont été les suivantes :

« 1° Le meilleur type de freins pour les longs trains est un frein » actionné par l'air, dans lequel les valves sont manœuvrées par » l'électricité ;

» 2° Ce type de freins doit posséder quatre avantages distincts, outre » l'automaticité :

» *a)* Arrêter le train dans la plus courte distance possible ;

» *b)* Ne pas produire de chocs ni les avaries au matériel qui en » résultent ;

» *c)* Desserrer instantanément ;

» *d)* Pouvoir être parfaitement modéré.

» En outre, la question de savoir si l'électricité est un agent sur » lequel on peut compter suffisamment pour le serrage des trains, » ne peut être résolue que par l'expérience. Nous pensons que les » avantages que l'on peut retirer de l'électricité sont si manifestes, » que l'expérience vaut la peine d'être tentée. »

Le frein Chapsal nous semble susceptible de remplir ce programme et, quant à l'emploi de l'électricité, nous pensons que les progrès accomplis par cette science depuis dix ans sont suffisants pour que la dernière phrase des conclusions du rapport officiel, justifiée à cette époque, n'ait pour ainsi dire plus aujourd'hui sa raison d'être, et pour que les grandes Compagnies puissent, sans avoir rien à redouter de côté, pousser plus avant les essais pratiques de cette intéressante application.

G. Richou,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

UTILISATION DES COMBUSTIBLES

Nature des combustibles. — Les seuls combustibles employés dans l'industrie d'une manière générale sont le carbone et l'hydrogène, et les composés dérivant de ces deux éléments primordiaux. Dans un très petit nombre de cas spéciaux, interviennent comme combustibles le soufre, le phosphore, le silicium et certains métaux, mais l'étude de ces circonstances exceptionnelles doit être réservée pour la métallurgie, tandis que nous nous occupons ici du chauffage ordinaire, applicable soit aux chaudières à vapeur, soit à tous autres foyers industriels.

L'hydrogène et le carbone sont parfois utilisés à l'état de corps simples, l'un à l'état gazeux, l'autre à l'état solide, et nous commencerons par envisager ces cas particuliers, avant de passer à l'examen de la combustion des composés qui se présentent à l'état gazeux, liquide ou solide.

Quant au comburant, nous laisserons de côté les réactions chimiques où interviennent les divers métalloïdes autres que l'oxygène, mais nous envisagerons l'action de celui-ci soit pur, soit en mélange dans l'air, soit en combinaison dans l'eau.

Combustion de l'hydrogène. — De tous les corps connus, brûlés par l'oxygène ou par l'air, c'est l'hydrogène qui développe, par kilogramme de combustible, la somme de calories la plus élevée : 34 462 calories en supposant toute l'eau produite ramenée à l'état liquide et à 0° ; si les 9 kilogr. d'eau produite restent à l'état de vapeur à 0°, on a à déduire de ce chiffre la chaleur latente correspondant à l'évaporation à 0° soit $9 \times 606,5 = 5\,458,5$, et il reste pour le pouvoir calorifique de l'hydrogène, dans ces circonstances :

$34\,462 - 5\,458,5 = 29\,013,5$ ou, en nombre rond, 29000 calories.

La densité de l'hydrogène étant 0,0692, un mètre cube d'hydrogène à 0° et sous la pression d'une atmosphère pèse $0,0692 \times 1,293 = 0^{kg}0895$, et 1 kilogr. d'hydrogène dans les mêmes conditions occupe un volume de $\frac{1}{0,0895} = 11^{m3}20$.

Pour brûler complètement cette quantité d'hydrogène, il faut 8 kilogr. d'oxygène pur, occupant un volume de $\frac{8}{1,1056 \times 1,293} = 5^{m3}594$, ou une masse d'air équivalente, dont le poids est de $34^{kg}64$ et le volume de $26^{m3}80$, renfermant $26^{kg}64$ d'azote sous le volume de $21^{m3}216$

La température de combustion théorique de l'hydrogène par l'oxygène pur peut être calculée en divisant la chaleur produite par la chaleur spécifique de la vapeur d'eau produite :

$$\frac{29\,000}{9 \times 0,48} = 6\,713°.$$

Mais les expériences de Bunsen et Sainte-Claire-Deville ont démontré directement que la température de la flamme de l'hydrogène brûlé par l'oxygène pur, sous la pression atmosphérique, ne dépassait pas 2500°, et s'élevait à 2850° environ sous une pression de 10 atmosphères. Cette différence avec le résultat donné par le calcul précédent provient d'un phénomène accessoire et corrélatif, la dissociation de la vapeur d'eau, qui commence entre 900 et 1 000° sous la pression ordinaire, et est à peu près complète à 2 500° sous la pression d'une atmosphère, à 2 850° seulement sous 10 atmosphères. En d'autres termes, les deux gaz qui commencent à se combiner vers 800°, commencent déjà à se séparer au-dessous de 1 000° et peuvent cheminer côte



à côte sans réagir lorsque la température atteint 2 500°, à moins d'être soumis à une forte pression.

La combustion de l'hydrogène par l'air donne lieu à une température théorique moins élevée, à cause de la présence de l'azote dont la chaleur spécifique est 0,244 et le poids relatif considérable; le calcul fait plus haut, appliqué à ce cas nouveau, donne :

$$\frac{29\,000}{9 \times 0,48 + 26,64 \times 0,244} = 2\,680^{\circ}.$$

Mais ici encore, les expériences directes de Bunsen ont fixé la température maximum réelle à 1 800° seulement; la dissociation est plus active dans le mélange dilué de vapeur et d'azote que dans la vapeur d'eau seule, parce que la présence de l'azote joue le même rôle qu'un abaissement de pression à $^1/_3$ d'atmosphère environ. (Le volume de la vapeur d'eau produite et celui de l'azote, sous les mêmes conditions de température et de pression, et au moment de la combustion complète, sont dans le rapport des fractions $\frac{9}{0,632}$ et $\frac{26,64}{0,971}$, soit environ $\frac{1}{2}$.)

La différence entre les chiffres des températures théorique et réelle de la combustion, ne correspond pas à une perte de chaleur, mais à la *formation de la flamme*.

Examinons, en effet, un jet d'hydrogène lancé dans l'air au voisinage d'un corps en ignition. Le mélange détonant commence à se former, s'échauffe par le rayonnement du corps en ignition (ou de la flamme déjà existante) jusqu'à ce qu'il arrive en un point donné à une température de 7 à 800° nécessaire à l'explosion. La flamme commence en ce lieu, sa température s'élève un peu plus loin jusqu'à 1 800°, mais sans dépasser ce terme, parce qu'alors les gaz tonnants cheminent parallèlement en partie sans pouvoir se combiner, ou plutôt en se combinant peu à peu au fur et à mesure que le rayonnement enlève à la flamme son excès de température, et la flamme se termine quand la perte de chaleur a été suffisante pour réduire vers 1 000° degrés la température du courant gazeux.

La flamme est donc d'autant plus courte que la perte de chaleur est plus rapide, et les *gaz brûlés* ont une température de 1 000°; ils renferment encore une quantité de chaleur, disponible au-dessus de 0°, sans condensation, donnée par la formule

$$\varphi = 1000\,(9 \times 0,18 + 26,44 \times 0.244) = 10\,820 \text{ calories.}$$

Dans les appareils industriels, on utilise généralement une partie au moins de cette chaleur, qui est le tiers du pouvoir calorifique total du kilogramme d'hydrogène. On ne pousse guère l'utilisation jusqu'à la condensation à la température ordinaire, mais on va assez fréquemment jusqu'à 250° pour la limite d'évacuation des gaz brûlés. Par conséquent, la chaleur totale produite par cette combustion peut être considérée comme divisée en quatre catégories :

Chaleur dégagée par la flamme utilisable de de 1 800° à 1 000 degrés	18 183,5	29 013,5
Chaleur des gaz brûlés de 1 000° à 250 degrés .	8 125	
Chaleur emportée par les gaz brûlés à 250 degrés.	2 705	
Chaleur de condensation de la vapeur d'eau à 0 degré . . .		5 458,5

La forme même de la flamme et, par suite aussi, la forme rationnelle des foyers industriels, peuvent se déduire des remarques précédentes.

Prenons par exemple un ajutage de 0m 10 de diamètre, lançant de l'hydrogène dans un foyer, sous la faible pression d'un ventilateur ou par tirage; entourons-le d'un second ajutage servant à l'admission de l'air, également soufflé à basse pression. Les orifices des deux ajutages devront être entre eux comme les volumes 11,20 et 26,80, ce qui donnerait à l'admission d'air un diamètre extérieur de :

$$D = d\sqrt{\frac{11,20 + 26,80}{11,20}} = 0,10\sqrt{3,31} = 0^{m}\,182.$$

Le mélange de gaz commence à la sortie des ajutages et se dilate par le rayonnement de la chaleur, à peu près en progression arithmétique, jusqu'à ce que la température atteigne 800 degrés, point où commence la flamme; le volume est alors presque quadruplé, $1 + 800 \times 0,00365 = 3,92$, et, pour conserver une vitesse à peu près uniforme, la section du foyer doit s'accroître dans la même proportion; si elle est circulaire, son diamètre devient $0,182 \times \sqrt{3,92} = 0^{m}\,36$.

La combinaison des gaz commençant avec la flamme, il y aurait une tendance à la réduction du volume, par suite de la contraction de trois volumes à deux volumes qu'éprouve un mélange d'hydrogène et d'oxygène en se transformant en vapeur d'eau ; mais il y a compensation par la brusque élévation de température, et le volume total continue à s'accroître jusqu'à 1 800 degrés, où il a pour valeur, en supposant la combinaison des deux gaz très avancée :

$$11,20\,(1 + 18,00 \times 0,365) + 21,216\,(1 + 18.00 \times 0,365)$$
$$= 214 \text{ mètres cubes,}$$

correspondant à un diamètre moyen :

$$0,10\sqrt{\frac{214}{11,20}} = 0^{m}\,44.$$

Cette dimension est rapidement atteinte, se maintient sur une longueur variable avec les conditions de refroidissement, puis diminue assez brusquement jusqu'à la fin de la flamme, se terminant à 1 000 degrés environ; le volume des gaz est alors :

$$\frac{2}{3}(11,20 + 21,216)\,(1 + 1\,000 \times 0,00365) = 150 \text{ mètres cubes,}$$

et le diamètre d'orifice correspondant :

$$0,10\sqrt{\frac{150}{11,20}} = 0^{m}\,37.$$

Les gaz brûlés se refroidissent ensuite progressivement jusqu'à 250 degrés, température habituelle d'expulsion, puis à 100 degrés où commence la condensation de la vapeur, et enfin jusqu'à 0 degré, si l'on veut aller jusque-là.

Les circonstances accompagnant la production de la flamme et le refroidissement peuvent être représentées par le diagramme ci-dessous, où sont figurés les diamètres successifs rationnels d'un four

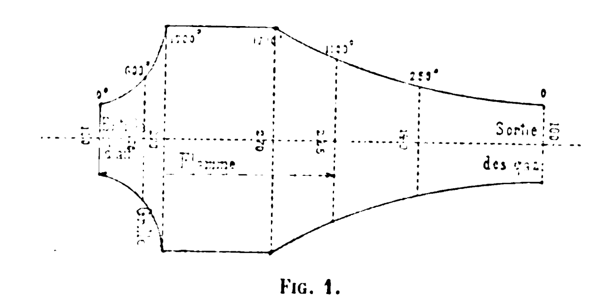


Fig. 1.

supposé à section circulaire, en même temps que l'indication des températures successives.

Le profil du four est donné par la double courbe, mais, dans la pratique, on le modifie un peu en remplaçant les courbes convexes vers l'intérieur par des courbes un peu concaves qui font l'office de réflecteurs et concentrent la chaleur rayonnante dans la zone centrale où s'accomplissent les réactions exigeant une température trop élevée : on constitue ainsi le *four à réverbère*. Au contraire, on aplatit les courbes pour les opérations qui craignent les températures exagérées, par exemple pour les chaudières à vapeur et les fours de grillage.

Combustion du carbone. — Bien que le carbone ait un pouvoir calorifique moins élevé que l'hydrogène, il joue actuellement un rôle beaucoup plus important dans nos foyers.

Un kilogramme de carbone produit par sa combustion, comme il était facile de le prévoir, des quantités de chaleur assez variables suivant son état moléculaire ; elles ont été fixées comme suit par MM. Fabre et Silbermann :

	Densité.	Pouvoir calorifique.
Diamant	3,5	7 770 calories.
Graphite	2,5	7 797 —
Charbon de cornue	1,90	8 047 —
Charbon de bois	1,60	8 080 —

Ces chiffres s'appliquent à la transformation totale de 1 kilogr. de carbone en acide carbonique, mais, en réalité, le phénomène de la combustion commence par la formation de l'oxyde de carbone, et ce gaz brûle à son tour en se transformant en acide carbonique.

Pour brûler 1 kilogramme de carbone et en faire de l'oxyde de carbone, il faut $^8/_6$ de kilogramme d'oxygène ou 1kg33 de ce gaz, occupant un volume de $\frac{1,33}{1,1056 \times 1,293} = 0^{m3}\,93$, ou 5kg 76 d'air, occupant un volume de 4m3 43, dans lesquels l'azote entre pour 4kg 43 et pour un volume de 3m3 50. Le produit de la combustion est de l'oxyde de carbone pesant 2kg 33 et occupant un volume double de celui de l'oxygène consommé, soit 1m3 86. Dans le cas de l'air, il faut ajouter à ces chiffres ceux qui correspondent à l'azote, ce qui donne en tout un poids de gaz de 6kg 76 avec un volume qui, ramené à 0 degré, serait de 5m3 36.

La quantité de chaleur développée par cette combustion incomplète du carbone a été mesurée et atteint seulement 2 473 calories. La différence, soit 5 603 calories, représenterait la chaleur perdue pour les appareils si on laissait l'oxyde de carbone s'échapper sans compléter son oxydation.

La température de combustion théorique se calcule en tenant compte de la chaleur spécifique de l'oxyde de carbone qui est 0,245 et de celle de l'azote qui est 0,244. On a donc, dans le cas du carbone, transformé en oxyde de carbone par l'oxygène pur :

$$\frac{2\,473}{2,33 \times 0,245} = 4\,332^{\circ}.$$

En réalité on est bien loin d'atteindre ce chiffre, et tout indique qu'il est de 2 500 à 2 600° au plus comme dans l'oxydation totale, à cause de la dissociation.

La combustion par l'air donnerait :

$$\frac{2\,473}{2,33 \times 0,245 + 4,43 \times 0,244} = 1\,500^\circ,$$

et dans ce cas, il ne semble pas y avoir dissociation notable, c'est-à-dire que la température réelle est voisine de la température théorique. Il ne peut donc pas y avoir de flamme.

Examinant maintenant le cas de la combustion complète, où le carbone se transforme en acide carbonique, nous verrons que pour brûler 1 kilogr. de carbone, il faut $\frac{16}{6} = 2^{kg}66$ d'oxygène occupant un volume de $1^{m^3}86$, et, dans le cas de l'air, il s'y ajoute $8^{kg}86$ d'azote ou 7 mètres cubes, ce qui fait en tout $8^{m^3}86$ d'air. Le volume des gaz ramenés à 0° n'est pas changé par la combustion, mais leur poids est augmenté de celui du carbone brûlé.

On calculera la température théorique de combustion comme ci-dessus, mais en tenant compte de la chaleur spécifique de l'acide carbonique qui est 0, 22, et du pouvoir calorifique total : 8 080 calories. On aura donc, pour la combustion par l'oxygène pur :

$$\frac{8\,080}{3,66 \times 0,22} = 10\,000^\circ.$$

Mais ici intervient énergiquement la dissociation de l'acide carbonique. Dès 1 100° environ, ce gaz commence à se décomposer en oxygène et oxyde de carbone, et l'oxyde de carbone se dissocie à son tour à une température plus élevée, qui n'est pas exactement connue : les expériences directes de M. Deville permettent d'admettre 2 600° environ comme le maximum absolu de la température de la combustion du carbone par l'oxygène pur.

La combustion par l'air donne :

$$\frac{8\,080}{3,66 \times 0,22 + 8,86 \times 0,244} = 2\,723^\circ;$$

mais la dissociation intervient plus énergiquement par suite de la présence de l'azote qui diminue la tension relative de l'acide carbonique, et la température réelle ne semble pas dépasser 1 800°.

Reste enfin à examiner isolément la seconde phase de la combustion, celle où l'oxyde de carbone est brûlé par l'oxygène pur ou par l'air. Le pouvoir calorifique de 1 kilogr. d'oxyde de carbone est 2 403 calories ; mais 1 kilogr. de carbone forme $2^{kg}33$ d'oxyde de carbone ayant un pouvoir calorifique total de 5 603 calories et exigeant pour brûler $1^{kg}33$ d'oxygène ou $0^{m^3}93$, ou encore, $5^{kg}76$ d'air occupant un volume de $4^{m^3}43$, renfermant $4^{kg}43$ d'azote sous un volume ramené à 0° de $3^{m^3}50$.

La température de combustion de l'oxyde de carbone serait théoriquement, dans l'oxygène pur :

$$\frac{5\,603}{3,66 \times 0,22} = 6\,960^\circ$$

que la dissociation abaisse vers 2 600 à 2 700° d'après les expériences de M. Deville.

Dans l'air ordinaire, on a théoriquement :

$$\frac{5603}{3,66 \times 0,22 + 4,43 \times 0,244} = 2\,970^\circ;$$

en réalité on atteint une température de 1 700 à 1 800°.

Il est à remarquer que, malgré le faible pouvoir calorifique de l'oxyde de carbone, c'est lui qui donne lieu, dans l'air, aux températures les plus élevées, ce qui tient au poids relativement faible des produits de la combustion. Quant à la température maximum réelle, elle est sensiblement la même pour l'hydrogène, le carbone et l'oxyde de carbone brûlés en présence de l'air sous la pression ordinaire.

Les expériences de MM. Troost et Hautefeuille semblent montrer que l'on obtient en réalité des températures encore plus élevées en brûlant dans l'oxygène le silicium, dont le pouvoir calorifique est de 7 830 calories et dont l'oxyde résiste énergiquement à la dissociation : 22 de silicium se combinant avec 24 d'oxygène produiraient une température théorique de

$$\frac{7\,830}{\frac{46}{24} \times 0,3} = 13\,620^\circ.$$

Dans un foyer ordinaire, la formation de l'oxyde de carbone est immédiatement suivie de la production de l'acide carbonique ; l'admission d'air est donc de $8^{m^3}86$ par kilogramme de carbone brûlé, et le volume des produits de la combustion, ramené à 0°, reste le même, bien qu'au premier moment il tende à s'accroître par la formation de l'oxyde de carbone. La flamme commence dès le contact du carbone, que le rayonnement doit maintenir à une température de 600° environ pour entretenir la combustion. L'accroissement de volume se produit très brusquement pour atteindre la température de 1 700° environ où il devient $8,86 \times (1 + 1\,700 \times 0,366) = 64$ mètres cubes ; le diamètre moyen du four doit donc, à sa partie centrale, être 2,7 fois celui de l'orifice d'entrée d'air. Le volume des gaz se maintient fixe tant que la perte de chaleur compense seulement le complément de la combinaison de l'oxyde de carbone avec l'oxygène, puis diminue lentement jusqu'à la fin de la dissociation, c'est-à-dire vers 1 100°, où finit la flamme.

A ce moment il n'y a plus que des gaz brûlés, qui renferment encore

$$(3,66 \times 0,22 + 8,86 + 0,244)\,1\,100 = 3\,264 \text{ calories},$$

quantité relativement très considérable, soit 40 % du pouvoir calorifique total ; et si on utilise cette chaleur jusqu'à 250° on a :

	Calories.
Chaleur dégagée par la flamme, de 600 à 1 700° . . .	4 816
Chaleur emportée par les gaz, de 1 100 à 250°	2 523
Chaleur restant dans les gaz brûlés à 250°.	741
Total.	8 080

Le volume des gaz, à la température de 1 100°, est de $8,86(1 + 11,00 \times 0,366) = 45$ mètres cubes, et il se réduit à $8,86(1 + 2,50 \times 0,366) = 17$ mètres cubes à la température de 250° ; les diamètres successifs des orifices sont donc 2,25 et 1,40, comme l'indique le diagramme ci-dessous (fig. 2) servant de base à la forme des foyers.

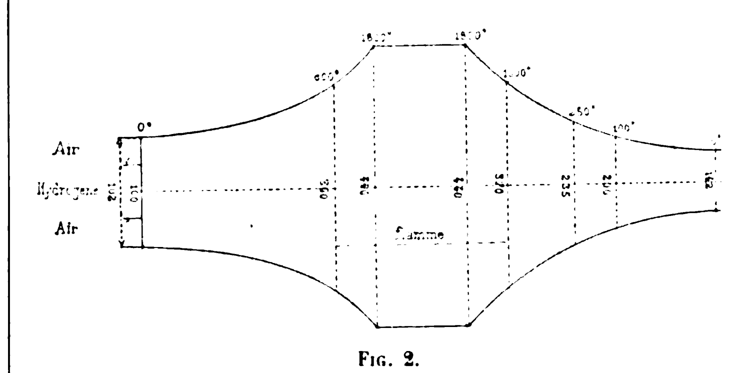


Fig. 2.

En abandonnant ainsi les gaz brûlés vers 250°, on perd 9 % du pouvoir calorifique total du carbone, tandis que, dans le cas de l'hydrogène, on en perdait plus de 23 %.

Dans un appareil, tel qu'un four à cuve, où tout le produit de la combustion sortirait à l'état d'oxyde de carbone, on utiliserait seulement $\frac{2\,473}{8\,080}$ soit 30 % du pouvoir calorifique ; les gaz sortants, brûlés à leur tour dans une autre enceinte, produiraient les 5 607 calories manquantes ou 70 %. Les phénomènes se passent de cette manière dans les gazogènes qui fournissent le gaz à une machine à explosion ou à un four spécial exclusivement chauffé par la combustion de l'oxyde de carbone.

On peut cependant utiliser, dans la seconde enceinte, une grande partie de la chaleur produite dans la première, en faisant passer les gaz de l'une à l'autre avec très peu de perte de chaleur, c'est-à-dire en faisant du gazogène seulement le foyer profond d'un four où des ouvreaux amènent vers l'autel la quantité d'air nécessaire pour compléter la combustion.

On peut aussi utiliser la chaleur contenue dans l'oxyde de carbone pour chauffer l'air envoyé aux ouvreaux, de même que l'on utilise au même but une partie des calories emportées par les gaz brûlés, dans les fours Siemens, Ponsard, etc.

Mais dans certaines circonstances, on est obligé d'éloigner les deux enceintes, ou de refroidir assez complètement les gaz dans l'intervalle ; tel est le cas, par exemple, des moteurs à *gaz pauvre*. La perte définitive de calorique serait donc de 30 %, mais on peut la diminuer un peu en préparant, comme nous allons le voir, ce qu'on appelle le *gaz à l'eau*.

(A suivre). R.

INFORMATIONS

Nouveau système de contacts aériens pour tramways électriques.

Une intéressante discussion, toute d'actualité, a eu lieu, au cours des dernières séances de la Société Internationale des Electriciens, sur la traction électrique dans Paris.

L'électricité offre d'excellentes solutions ; mais jusqu'ici son application a été retardée, par suite de l'opposition qui existe contre l'emploi de canalisations aériennes sur les voies publiques dans l'intérieur de Paris, et par les dépenses considérables et les inconvénients qu'entrainent les systèmes à prise de courant dans le sol ou à accumulateurs.

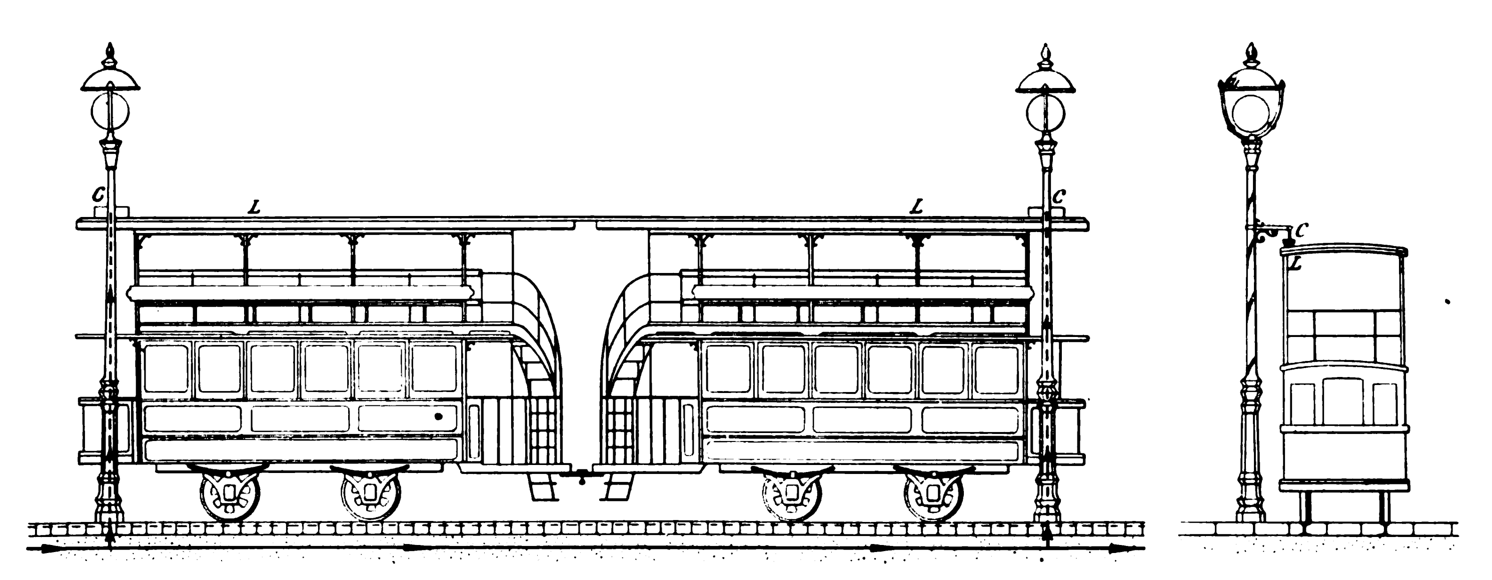


Fig. 1 et 2. — Élévation longitudinale et vue en bout de deux voitures accouplées, montrant le mode de prise du courant.

M. Bochet, Ingénieur des Arts et Manufactures, a proposé un nouveau système d'une très grande simplicité, qui nous semble devoir écarter d'une manière complète les objections faites au point de vue de l'aspect et éviter, en même temps, les complications et les inconvénients des autres modes d'emploi de l'électricité.

Ce système est caractérisé par l'emploi de contacts aériens C espacés d'une longueur un peu inférieure à la longueur du train sur lequel se trouve établi un conducteur de prise de courant L (fig. 1 et 2). Dans ces conditions, le conducteur L touche constamment l'un des contacts aériens. Les contacts sont mis en communication constante avec l'usine centrale au moyen d'une canalisation souterraine. Le retour du courant peut se faire par la voie comme dans les installations ordinaires par trolley ou bien encore par une ligne indépendante, à condition d'employer un double système de contacts et de conducteurs de prise de courant.

Cette disposition permet de profiter de tous les avantages de la traction électrique par trolley et ligne aérienne en évitant les inconvénients de cette ligne. Les contacts peuvent être placés soit sur des supports spéciaux, soit tout simplement sur les candélabres d'éclairage qui, en l'état actuel, sont très suffisamment rapprochés pour cela. Surtout si l'on tient compte de la très grande probabilité de l'adoption du service par trains pour la plupart des lignes à traction mécanique dans Paris.

Pour certaines artères, on pourra trouver avantage à monter ces contacts sur des candélabres, comme ceux des boulevards, établis sur des refuges au milieu de la chaussée.

Fig. 3.

Ce système offre ainsi un caractère d'extrême simplicité et, par suite, d'économie. Il donne des solutions particulièrement simples pour les croisements et traversées de voies (fig. 3).

Quant à la réalisation même des contacts, elle est des plus simples. En se guidant sur ce qui se fait couramment aujourd'hui pour les installations par trolley, ou par prises de courant sur le sol, il n'y a pas de mécomptes à craindre. Naturellement, on doit réserver une élasticité suffisante, soit aux conducteurs de prise de courant, soit aux contacts eux-mêmes, pour assurer la continuité du passage du courant, malgré les légères oscillations que les voitures peuvent avoir.

Ce système pourrait également, en certains cas, être utilement appliqué à la traction électrique des trains de chemins de fer.

T.

Nouvelle méthode de resserrage des bandages.

On sait que les bandages de roues sont appliqués à chaud. Il en résulte, par suite de la contraction, un serrage assez considérable.

Sous l'action trop prolongée des freins, le métal du bandage s'échauffe souvent fortement; on a vu sur certains véhicules les sabots et les roues portés au rouge sombre. Dans ces conditions, et même à des températures très inférieures, il se produit un laminage du bandage entre la roue et le rail, qui diminue le serrage. Un grand nombre d'essieux sont retirés du service pour cette raison et envoyés aux ateliers. Ces essieux sont désembattus [1]. On peut constater sur leur surface intérieure, un creux qui atteint parfois 1 millimètre. La figure 1 représente quelques profils relevés sur les bandages.

Pour faire resservir ces bandages, il faut les tourner de nouveau. Comme cette opération augmente encore le diamètre intérieur déjà trop grand, on procède au préalable au resserrage du bandage. Ce resserrage s'opère aux ateliers du P.-L.-M. à Oullins, de la façon suivante :

Le bandage est chauffé au rouge dans un four spécial. Lorsqu'il a atteint la température voulue, on l'enlève et on le refroidit brusquement par l'une de ses faces en le trempant au tiers de son épaisseur dans un récipient plein d'eau (fig. 2). La partie inférieure se refroidit rapidement et se contracte. La partie supérieure encore rouge et très malléable, est entraînée, et elle subit de ce fait une action analogue à celle d'une presse : elle se resserre d'une quantité égale à une fraction de la contraction subie par la face inférieure. Cette fraction est d'autant plus voisine de l'unité que la différence de température entre les deux faces est plus considérable. L'opération, du reste, est parfois difficile à bien mener, surtout avec les grands bandages qui s'ovalisent. Les bandages de 0m 80 à 1m 20 donnent des résultats très satisfaisants.

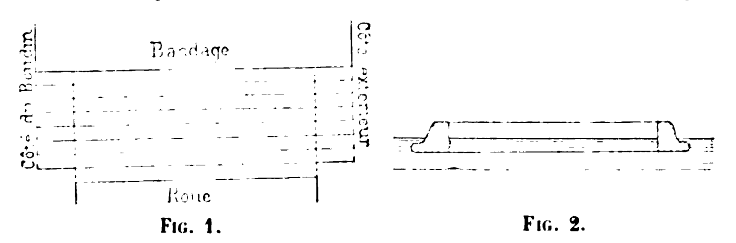


Fig. 1. Fig. 2.

Le laminage se produisant, surtout, vers la partie extérieure du bandage, c'est en général par le côté du boudin que l'on commence l'immersion. On obtiendrait un resserrage sensiblement égal des deux faces en faisant deux opérations successives et en changeant la face à refroidir à la 2e opération; c'est ce qui se fait en général. On obtient ainsi avec les bandages de 0m 80 à 1 mètre une diminution de diamètre de 1 millimètre environ.

Refoulement à l'eau. — On emploie dans les forges une méthode identique dite de refoulement à l'eau. Cette méthode s'applique aux pièces qu'on ne peut frapper en bout, soit par impossibilité matérielle, soit pour ne pas les détériorer (bielles déjà travaillées, longerons, etc.).

Prenons l'exemple d'un longeron. Supposons que la partie A B (fig. 3), trop longue donne du gauche au longeron. Il s'agit de la refouler.

Pour cela on chauffe A B au rouge, puis on refroidit brusquement la partie au-dessous de *m n*. Pendant ce temps la partie au-dessus de *m n* se resserre. On refroidit ensuite complètement.

On chauffe de nouveau, puis on refroidit cette fois la partie au-dessus de *m n*. Celle qui est au-dessous se resserre. On achève de refroidir et l'on a ainsi raccourci A B d'une longueur qui peut atteindre 1 millimètre. Si ce refoulement est insuffisant on recommence cette double opération.

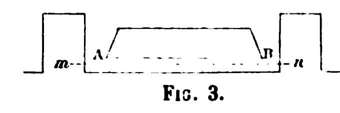
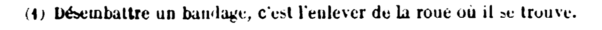


Fig. 3.

Cette méthode s'applique également bien pour raccourcir une bielle, les tiges de relevage du changement de marche, etc., opérations très fréquentes au réglage des locomotives. Elle pourrait être utilisée de même pour le redressage de certaines pièces très peu faussées et que le choc du marteau abîmerait. Les applications qu'on peut en faire sont donc nombreuses.

E. Henry,
Ancien élève de l'École Polytechnique.



(1) Désembattre un bandage, c'est l'enlever de la roue où il se trouve.

Les essais du « Jauréguiberry ».

Le cuirassé de 1er rang le *Jauréguiberry* vient de prendre armement à Toulon, après avoir terminé, d'une façon brillante, ses essais,

qui avaient été interrompus à la suite de la rupture d'un tube de chaudière.

Ce magnifique navire, de 108 mètres de longueur et de près de 12 000 tonneaux de déplacement, a été construit, à la Seyne, par la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée. Les deux machines motrices et l'appareil évaporatoire, composé de vingt-quatre corps de chaudières du système Lagrafel et d'Allest, ont été construits par la même Société, dans ses ateliers de Menpenti à Marseille.

Les essais ont donné des résultats remarquables, et ont montré, d'une façon satisfaisante, la valeur de la nouvelle unité de combat qui va prendre rang dans l'escadre de la Méditerranée.

En voici le résumé :

		Nº 1 ÉPREUVE de vitesse	Nº 2 ÉPREUVE de combustion	Nº 3 ÉPREUVE de durée à 10 000 chevaux	Nº 4 ÉPREUVE de consommation à 8 000 chevaux	Nº 5 ÉPREUVE de consommation à 3 500 chevaux
Durée de l'essai.	heures.	6	4	24	6	6
Puissance en chevaux indiqués.		13 819	13 880	10 511	8 076	3 433
Charbon brûlé par mètre carré de grille-heure	kilogr.	109.89	153.59	75,021	59,109	52,26
Charbon brûlé par cheval. . . .	—	0,789	0,837	0,702	0,676	0,688
Vitesse réalisée sur les bases. . .	nœuds	17,60	17,65	»	»	»

La vitesse fixée par le marché était de 17 nœuds seulement, avec une consommation de 0,950 kilogr. de charbon par cheval. Dans l'essai nº 2, il s'agissait de brûler 150 kilogr. de charbon par mètre carré de grilles, afin de juger de l'endurance de l'appareil évaporatoire; le rendement des chaudières à cette grande allure a été tel, qu'avec les deux tiers des feux allumés seulement, le navire a atteint la même vitesse que dans l'essai à outrance. Dans l'essai nº 5, la condition à remplir était de ne développer que 3 500 chevaux, épreuve difficile à réaliser d'une façon économique, avec des machines établies pour produire 13 000 chevaux.

On doit remarquer, dans l'ensemble de ces essais, la faible diminution de rendement de l'appareil moteur et évaporatoire avec l'augmentation de l'allure : le taux de la combustion, par mètre carré de grille-heure, varie de 52 kilogr. à 153 kilogr., la puissance en chevaux passe de 3 433 à 13 880, et la consommation par cheval ne varie que de 0,688 kilogr. à 0,837 kilogr. Ces résultats sont dus non seulement à l'excellence des machines, mais aussi, en grande partie, aux chaudières qui, par leurs dispositions spéciales, se plient aisément aux grandes allures, sans diminution sensible de l'utilisation du combustible.

Le Réseau des Chemins de fer français au 31 décembre 1896.

Le Ministère des Travaux publics vient de faire connaître la situation des Chemins de fer français au 31 décembre dernier, comparée à la situation à la fin de l'année 1895 :

1º *Lignes d'intérêt général.*— Longueur exploitée : 37 117 kilomètres, en augmentation de 553; longueur concédée, déclarée d'utilité publique ou classée : 43 241 kilomètres;

2º *Lignes d'intérêt local.* — Longueur exploitée : 4 056 kilomètres, en augmentation de 167; longueur concédée : 5 115 kilomètres;

3º *Tramways.* — Longueur exploitée : 2 439 kilomètres, en augmentation de 272; longueur concédée : 3 594 kilomètres.

En Algérie, 2 933 kilomètres de chemins de fer et 85 de tramways sont en exploitation; 3 472 kilomètres de chemins de fer et 177 de tramways sont concédés.

Paliers à rouleaux pour tramways.

Bien que les paliers à rouleaux aient depuis longtemps fait leurs preuves au point de vue de l'économie, leur usage est encore peu répandu.

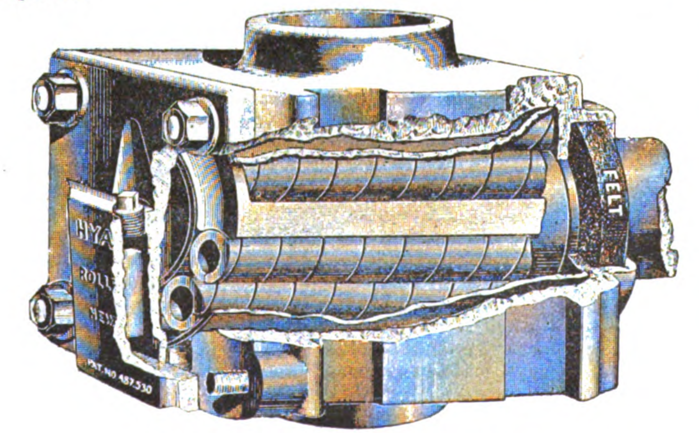


FIG. 1. — Palier à rouleaux pour tramways.

Le *Street Railway Journal* signale un nouveau type de paliers à rouleaux qui, après plusieurs années d'expériences préliminaires, vient d'être employé avantageusement par plusieurs compagnies de tramways électriques des États-Unis, notamment la Milwaukee electric Railway and light Cº et l'Albany Railway.

Ce qui distingue principalement ces paliers des systèmes analogues, c'est que les rouleaux, au lieu d'être rigides, sont constitués par l'enroulement d'une bande d'acier doux, de façon à leur permettre, grâce à leur élasticité relative, de porter bien régulièrement et d'éviter ainsi l'usure d'une façon très notable.

La buttée d'extrémité de la fusée est prise dans un chapeau de façon à éviter l'introduction des poussières. L'huile de graissage est emmagasinée au fond de la boîte à graisse et est distribuée à la fusée au moyen des rouleaux.

La digestion de Paris.

Dans une communication faite, sous ce titre, à la *Société nationale d'Agriculture*, M. P. Vincey, professeur départemental d'agriculture de la Seine, a donné des chiffres intéressants sur les matières nécessaires à l'alimentation de la capitale et sur les résidus qu'il faut en évacuer.

La consommation d'eau potable en 1895 a été de 223 litres par habitant, dont 81 litres seulement provenaient d'eau de source, le reste étant fourni par le canal de l'Ourcq et les usines élévatoires de la Seine et de la Marne. Les tableaux dressés par M. Vincey montrent également que, pendant la même année, chaque parisien a consommé journellement 0lit 558 de vin, 0lit 235 de lait, 0lit 029 de bière, 0kg 400 de pain, 0kg 167 de viande de boucherie, etc.

Pour tous ces produits de consommation, M. Vincey a recherché la teneur moyenne en azote, en acide phosphorique et potasse, et il estime, que pour l'année 1895, ils contiennent 23 454 976 kilogr. d'azote, 8 261 297 kilogr. d'acide phosphorique et 9 252 065 kilogr. de potasse. En évaluant la valeur des *excreta* provenant de ces produits à raison de 1 franc le kilogramme pour l'azote, 0 fr. 35 pour l'acide phosphorique et 0 fr. 30 pour la potasse, on trouve que les eaux d'égout emportent une valeur de 16 160 344 francs, les vidanges 4 197 713 francs, les gadoues 3 143 736 francs et les fumiers 5 370 798 francs, soit au total une valeur de 28 872 591 francs par an.

Décret relatif au régime des mines en Annam et au Tonkin.

Le *Journal officiel* du 27 février 1897 publie un rapport adressé au Président de la République par le ministre des Colonies, suivi d'un décret réglant le régime des mines en Annam et au Tonkin.

D'après ce décret, les gîtes naturels de substances minérales ou fossiles sont classés en trois catégories :

1º Les couches de combustibles et substances subordonnées qui se trouvent associées dans la même formation, telles que, pour la houille, le minerai de fer carbonaté et l'argile réfractaire;

2º Les filons ou couches de toutes autres substances minérales;

3º Les alluvions contenant de l'or, de l'étain, des gemmes ou autres substances métalliques ou précieuses.

Le droit d'explorer ou d'exploiter les gîtes naturels de substances minérales ou fossiles s'étend indéfiniment en profondeur, dans la projection verticale de l'étendue de la surface sur laquelle ils ont été acquis, sauf pour les gîtes d'alluvion, où ils ne s'étendent que jusqu'à la roche encaissante en place.

Le droit d'exploiter une des substances énumérées plus haut s'étend aux autres substances appartenant à la même catégorie; il donne, en outre, le droit de disposer des roches ou matériaux dont l'abatage est inséparable des travaux que comporte l'exploitation de la mine.

Les exploitants seront dispensés de l'obligation de tenir des plans de leurs travaux. Les périmètres de recherches pourront englober 5 000 hectares, mais nul n'en pourra acquérir un second sans renoncer au premier. Les mines pourront avoir de 24 hectares, au minimum, à 2 400 pour les combustibles, à 600 pour les alluvions, à 800 pour les autres matières. Les redevances ont été abaissées à 1 franc par hectare pour les mines de combustibles et 2 francs pour toutes les autres mines. Ces redevances seront doublées après la cinquième année, puis triplées après la dixième, de manière à ménager la mine naissante et à graduer ses charges suivant le développement normal de l'exploitation.

Les substances extraites paieront une taxe *ad valorem* de 1 °/o pour les combustibles et minerais de fer, et de 2 °/o pour toutes autres substances.

Varia.

Nominations. — Le *Journal Officiel* du 28 février 1897 publie un arrêté nommant des *chimistes-experts* pour le prélèvement et l'analyse des échantillons d'engrais.

D'après cet arrêté, les professeurs départementaux et les professeurs spéciaux d'agriculture sont adjoints aux chimistes-experts, mais seulement pour le prélèvement des échantillons d'engrais.

— M. Lorieux, Ingénieur des Ponts et Chaussées, est chargé, à Paris, du 1er arrondissement du contrôle de l'exploitation technique des Chemins de fer de l'Est;

M. Pinelli, sous-Ingénieur des Ponts et Chaussées, est chargé du service ordinaire et maritime de l'arrondissement d'Ajaccio;

M. Leclerc, Ingénieur des Mines, est chargé du service du sous-arrondissement minéralogique de Marseille-sud;

M. Monet, Ingénieur des Ponts et Chaussées, est chargé du service ordinaire du département de la Marne.

— M. Lemoine, examinateur de sortie des élèves à l'École Polytechnique, est nommé professeur de chimie à cette même école, en remplacement de M. Gal;

M. Bayard de la Vingtrie est nommé à l'emploi de maître de dessin à l'École Polytechnique, en remplacement de M. Colin, nommé professeur de dessin dans ce même établissement.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 19 février 1897.

Présidence de M. Ed. Lippmann, Président.

M. R. Soreau continue sa communication sur un *Exposé du problème de la navigation aérienne par le moins lourd et par le plus lourd que l'air.*

Après avoir résumé la théorie du vol des oiseaux, M. Soreau commence par établir qu'il y a lieu de suivre le principe fondamental du vol, à savoir : « se soutenir en se propulsant ». Chez l'oiseau, la nature avait intérêt, au point de vue de la légèreté, à réaliser la propulsion et la sustentation avec un même organe, l'aile; mais l'Ingénieur devra attribuer ces fonctions à deux organes distincts : l'hélice et la voilure immobile. Au reste, cette dernière peut rendre de grands services en fonctionnant comme un parachute permettant de descendre sans trop de danger suivant un plan incliné.

M. Soreau déclare qu'il laissera de côté les aéroplanes-oiseaux, pour étudier tout spécialement les aéroplanes-navires, c'est-à-dire les systèmes capables de transporter des voyageurs dans des conditions suffisantes de sécurité, d'habitabilité et de durée. Ces conditions leur imposent d'être constitués comme des ballons dirigeables, à l'appareil sustentateur près.

Si l'on considère, dit M. Soreau, un dirigeable et un aérophane dont le poids utile, la vitesse et la durée de trajet soient les mêmes, et qui, par conséquent, soient comparables en tant que navires, la résistance à l'avancement des deux systèmes est analogue et, d'autre part, l'aéroplane présente des difficultés spéciales, dues aux limites très rapprochées entre lesquelles il faut maintenir l'inclinaison de la voilure. A des vitesses plus grandes, ces limites se resserrent encore et rendent plus délicate la réalisation du plus lourd que l'air.

M. Soreau décrit les aéroplanes Maxim, les seuls aéroplanes-navires qui aient été sérieusement étudiés. Il s'attache surtout au générateur; il montre les précautions multiples imaginées par l'inventeur pour éviter le surchauffage et donner une grande souplesse aux moteurs; puis il établit un parallèle entre la chaudière Serpollet et la chaudière Maxim. Celle-ci est un générateur à haute pression, à vaporisation instantanée, à base température de parois et à circulation rapide d'une très petite quantité d'eau.

Les insuccès répétés des aéroplanes Maxim sont dus à deux causes principales : 1° stabilité de route insuffisante, cause avouée, mais à laquelle l'ingéniosité des constructeurs arriverait bientôt, sans doute, à porter remède; 2° difficulté de maintenir la voilure entre les faibles limites qui lui sont assignées, cause plus grave, car les valeurs de ces limites dépendent essentiellement des progrès de l'industrie, qui ne peuvent être que très lents en ce qui concerne la construction de ces appareils.

M. Soreau conclut en disant qu'aux vitesses inférieures à 20 mètres environ les ballons dirigeables sont possibles, tandis que les aéroplanes-navires présentent des difficultés considérables, même en supposant résolues les questions de stabilité et de sécurité; qu'aux vitesses supérieures à 20 mètres les dirigeables ne sont plus possibles et que les aéroplanes deviennent d'une réalisation encore plus problématique qu'aux petites vitesses. Quoi qu'il en soit, dirigeables ou aéroplanes ne pourront jamais marcher à des allures rapides, ni transporter de lourdes charges. Ce qu'il faut seulement souhaiter, c'est que le navire aérien donne à notre pays une puissante arme de guerre et un outil précieux dans certains travaux de la paix.

E. B.

Académie des Sciences.

Séance du 22 février 1897.

Astronomie. — *Sur la formation du système solaire.* Note de M. du Ligondès, présentée par M. Callandreau.

Mécanique appliquée. — *Enregistrement du pliage dans l'essai des métaux.* Note de M. Ch. Frémont, présentée par M. Maurice Lévy.

L'enregistrement des différentes phases de l'essai des métaux par pliage constitue une méthode qui permet de tirer des indications beaucoup plus précises sur la nature du métal que celles obtenues par les moyens employés jusqu'ici. On se contente, en effet, de noter, à l'apparition des criques, l'angle qui résulte du pliage de l'éprouvette. L'influence de l'habileté de l'ouvrier, l'incertitude dans la distinction des criques et des gerçures, le manque d'indication des phénomènes successifs d'allongements élastiques, permanents, de striction, etc., sont autant de causes qui rendent incomparables entre eux les résultats obtenus. Il est donc nécessaire d'enregistrer pratiquement cette suite de phénomènes; or, le procédé de M. Frémont pour l'enregistrement du diagramme du poinçonnage est applicable à l'enregistrement du diagramme par pliage.

En remplaçant : 1° le poinçon cylindrique par un poinçon P, terminé en forme de couteau (fig. 1), de

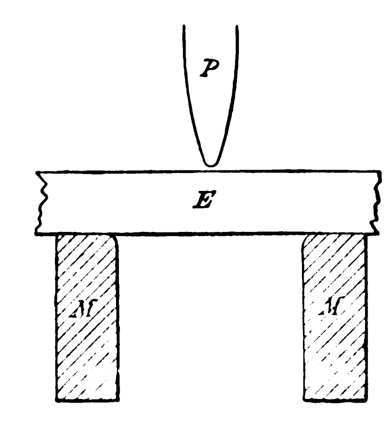


Fig. 1.

largeur excédant légèrement celle de l'éprouvette à essayer, E; 2° la matrice circulaire habituelle par deux mordaches parallèles, M, M, dont l'écartement variable est égal à l'épaisseur du poinçon P, plus deux fois l'épaisseur de l'éprouvette E, on obtient ainsi un appareil de pliage simple et pratique; il suffit de rendre les extrémités des mordaches et du poinçon assez mousses pour ne pas entamer sensiblement le métal sous l'effet de la pression.

La figure 2 représente les deux diagrammes provenant du pliage des deux tôles, dont les repères avaient été accidentellement effacés; l'une de ces tôles était destinée à entrer dans la confection d'un générateur de vapeur, et l'autre dans l'exécution d'un réservoir. La différence a été de suite et très sûrement établie. La courbe ABD a indiqué, en abscisses, un allongement et une striction presque nuls : c'est la tôle à réservoir, classée dans le commerce sous le n° 2; la courbe ABCE a indiqué un allongement et une striction plus importants : c'est la tôle de qualité n° 4.

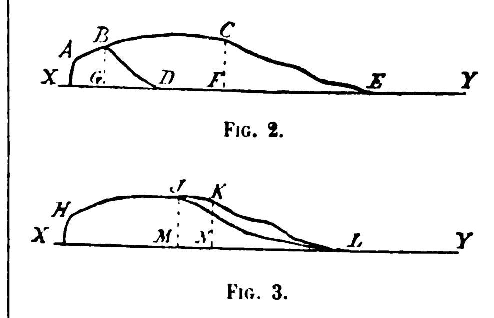


Fig. 2.

Fig. 3.

La figure 3 montre les résultats de deux essais successifs en deux points différents d'une tôle n° 4, pliée d'abord sur une face et ensuite sur l'autre. Les couvertes du paquet de ferraille qui a servi à fabriquer cette tôle ont donné des mises de ductilité différente.

Chimie organique. — *Sur le ferment soluble oxydant de la casse des vins.* Note de M. P. Cazeneuve, présentée par M. Friedel.

Chimie analytique. — *Sur la recherche des colorants de la houille dans les vins blancs et la différence de ces colorants avec les couleurs du caramel.* Note de MM. Alb. d'Aguiar et W. da Silva, présentée par M. Arm. Gautier.

Minéralogie. — *Sur le minéral cristallisé formé dans un cercueil de plomb aux dépens d'un cadavre.* Note de M. A. Lacroix, présentée par M. Fouqué.

M. Lacroix a examiné le contenu de deux cercueils de plomb datant de l'année 1630. L'un deux renfermait un squelette assez intact ayant encore conservé ses cheveux. Il ne présente que peu d'intérêt au point de vue minéralogique. On n'a observé, en effet, qu'une légère croûte cristalline *à l'intérieur du crâne* et à la place de l'abdomen, au milieu de débris pulvérulents, quelques petits nodules d'une substance blanche, à aspect farineux.

Le second cercueil renfermait un squelette plus altéré : plusieurs os longs, un des os iliaques sont recouverts d'un enduit de paillettes blanches cristallines; la cavité du crâne était transformée en une magnifique géode tapissée de cristaux blancs aciculaires, groupés en rosettes et atteignant 8 millimètres de plus grande dimension. Le plan interne du crâne est fissuré, soulevé, et c'est sur ses débris que sont implantés les cristaux. La partie externe du crâne est elle-même recouverte de cristaux.

La substance qui constitue ceux-ci est un hydrate du phosphate bicalcique, dont M. Lacroix décrit les propriétés. Il ne doute pas que l'on se trouve en présence d'un cas d'*autominéralisation*, l'intervention d'aucune substance extérieure au cadavre ne pouvant être invoquée pour expliquer la formation des cristaux étudiés. L'étanchéité du cercueil de plomb, rendant possible le contact longuement prolongé, et sans doute sous pression, du squelette et des produits de la décomposition cadavérique, a permis ainsi entre eux de mutuelles réactions chimiques.

Économie rurale. — *Emploi du sulfate de fer pour la destruction des cryptogames parasites de la vigne.* Extrait d'une lettre de M. Choquevielle à M. Chatin.

Voici un mode de traitement des vignes, qui doit être pratiqué en hiver et qui convient également à tous les cryptogames parasites qui causent les maladies connues sous les noms de *Black rot*, *Oïdium*, *Mildew*, *Anthracnose*, *Pourridié*, *Dartrose*, etc. :

1° Badigeonner ou asperger les souches avec une solution de sulfate de fer à 10 °/. au moins;

2° Répandre sur le sol une certaine quantité de sulfate de fer pulvérisé (dose pouvant varier de 500 à 1 000 kilogr. à l'hectare suivant le degré de porosité du terrain).

Physique du globe. — *Deuxième ascension internationale de l'*Aérophile. Note de MM. Hermite et Besançon.

Nomination. — L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un membre de la section de Physique, en remplacement de M. Fizeau. M. Violle est proclamé élu.

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

De la politique de la France en matière de chemins de fer. — Les partisans du rachat des chemins de fer par l'État s'appuient souvent sur l'exemple de l'Allemagne où les différents réseaux ont été unifiés et nationalisés au profit des États de l'Empire. Les avantages de cette situation sont cependant contestables et sont même très contestés par les Allemands eux-mêmes. C'est ainsi qu'un professeur à l'Université de Berlin, M. Richard de Kauffmann, vient de publier un volumineux ouvrage intitulé : « De la politique de la France en matière de chemins de fer », dans lequel il n'hésite pas à conclure que le système français est bien supérieur au système allemand. Dans la *Revue générale des Chemins de fer*, de février 1897, M. Marcel Lemercier, secrétaire de la direction des Chemins de fer de l'Est, donne une intéressante analyse de cet ouvrage et en fait ressortir les points les plus importants.

D'après M. de Kauffmann, un excès de fonctionnarisme et de réglementation a suivi la nationalisation des chemins de fer allemands, qui n'a d'ailleurs été profitable ni au public, ni au personnel, ni à l'État lui-même. Le public réclame toujours en vain l'exécution des promesses faites par le gouvernement, à

la veille du rachat, et l'État compromet gravement les intérêts et l'avenir financier du pays :

1° En faisant ressortir dans ses budgets annuels des bénéfices industriels fictifs destinés à dissimuler les impôts qu'il prélève abusivement sur tous les transports;

2° En réduisant à des proportions dérisoires l'amortissement du capital des chemins de fer.

En France, au contraire, l'auteur estime que l'association permanente de l'initiative privée et de la puissance publique a produit dans ce pays, et paraît devoir y produire encore à l'avenir, les résultats les plus remarquables. L'exploitation, constamment tenue en tutelle par les droits de contrôle et d'homologation, est demeurée moins onéreuse qu'en Allemagne et présente, par rapport à ce pays, les conditions suivantes :

Une vitesse et une sécurité plus grandes;

Des tarifs de voyageurs moins élevés, déduction faite de l'impôt;

Des tarifs de marchandises plus favorables au développement du trafic;

Un matériel roulant mieux utilisé;

Un personnel plus restreint.

En matière financière, la situation de la France serait, d'après M. de Kauffmann, également excellente. Dans cinquante ans, à l'expiration des concessions, l'État entrera en jouissance d'un réseau de 35 800 kilomètres qui apportera au Trésor un excédent de revenu net annuel de 1 200 millions, suffisant pour le service d'une dette de 48 milliards à 2 1/2 % et qui pourra être consacré par l'État, soit à diminuer les impôts, soit à écraser la concurrence étrangère par d'énormes abaissements des tarifs de transports.

Ainsi que le fait remarquer M. Lemercier, de pareilles conclusions émanant d'un personnage aussi compétent et dont l'impartialité ne peut être mise en doute, présentent un grand intérêt et sont de nature à rassurer bien des esprits.

ÉLECTRICITÉ

Nouvelle lampe à arc enfermé. — M. C. Pierron a présenté à la *Société Industrielle de Mulhouse*, dans sa séance du 27 janvier 1897, une lampe électrique d'un système analogue à celui de la lampe décrite récemment dans le *Génie Civil* (1). La lampe Jandus est, en effet, comme la lampe Pionneer, basée sur les études du Dr Marks, et les charbons d'où jaillit l'arc voltaïque, sont également enfermés dans un globe en verre.

D'après les essais de M. Pierron, la lampe Jandus présenterait certains avantages tels que : la durée des charbons quinze fois plus grande que dans les lampes ordinaires; la possibilité de la monter directement sans qu'il en résulte une perte dans le rhéostat aussi élevée que dans une lampe ordinaire, branchée seule sur 110 volts; la possibilité d'être installée dans toutes sortes de locaux, etc. Par contre, cette lampe présenterait les désavantages suivants : variations de l'intensité lumineuse dues aux déplacements de l'arc; consommation en watts supérieure à celle de la lampe ordinaire; réglage imparfait; diminution de l'éclat par suite du dépôt pulvérulent qui se forme dans la capsule. M. Pierron pense que cette lampe est perfectible et que le principe de l'arc à l'abri du contact de l'air amènera des modèles de lampes qui permettront d'employer la lumière à arc, la plus économique de toutes, dans bien des cas où, actuellement, il ne peut en être question.

MÉCANIQUE

Enregistrement exagéré des compteurs d'eau. — Depuis quelques années, surtout en Allemagne, on s'est préoccupé d'une cause d'exagération notable dans la quantité d'eau enregistrée par les compteurs. Il résulterait de nombreuses constatations que l'air qui s'accumule, par suite de circonstances diverses, dans les conduites principales, met le compteur en mouvement, de sorte que l'abonné est amené à payer une quantité d'eau supérieure à celle qu'il a réellement consommée. Divers essais ont été faits en vue d'écarter cette cause d'erreur et l'on a cherché, notamment, à établir devant le compteur une soupape de décharge automatique, empêchant l'entrée, dans la canalisation domestique, de l'air entraîné par l'eau.

La *Revue industrielle*, du 20 février 1897, décrit un appareil adopté, à la suite de récentes recherches, par la Compagnie des Eaux de Mannheim et dans lequel, au lieu de chercher à empêcher les accumulations d'air, on a simplement cherché à combattre l'action nuisible de cet air sur les indications du compteur.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 15, p. 232.

Les avaries des machines à vapeur. — Le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, de janvier 1897, contient un important mémoire lu à l'Institution of Mechanical Engineers, de Londres, par M. M. Longridge, sur les différentes causes d'avaries aux machines à vapeur. Les éléments de ce mémoire, qui constitue une statistique non dépourvue d'intérêt, ont été fournis à l'auteur par une pratique de vingt années d'inspection d'usines et manufactures. M. Longridge signale les causes de 1 000 accidents de machines en les groupant par catégories telles que, distribution et mécanisme, pignons, pistons et clapets, arbres de couche, bielles, tiges de piston, volants, manivelles, etc.

MÉTALLURGIE

Alliages. — Dans ses numéros des 12 et 19 février dernier, l'*Engineering* donne un compte rendu très détaillé du mémoire lu par le professeur Roberts-Austen, à l' « Institution of mechanical Engineers » relativement aux alliages. Ce mémoire contient de précieuses indications, tableaux et graphiques, notamment en ce qui concerne la ténacité des alliages, la relation entre leur point de fusion et les volumes atomiques des métaux constituants, etc.

Tubes sans soudure en bronze d'aluminium. — Dans un mémoire présenté récemment à la *Société américaine des Ingénieurs mécaniciens*, M. Waldo, après avoir fait ressortir les nombreux avantages des bronzes d'aluminium, tant au point de vue de la résistance et de l'allongement que relativement à leur indifférence presque absolue à l'action des agents oxydants, étudie les procédés employés pour obtenir des tubes sans soudure, opération jusqu'à présent très difficilement réalisable. Il donne ensuite des résultats d'essais comparatifs de tubes de bronze, d'acier et d'aluminium étirés à froid, puis recuits au rouge, ou non recuits.

Ces essais démontrent qu'avec un allongement peu différent, le bronze d'aluminium donne une résistance à la rupture supérieure à celle de l'acier.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Les applications du gaz et leurs avantages. — Le *Journal des Usines à gaz*, du 20 février 1897, contient un extrait d'une brochure publiée par l'Union allemande des Ingénieurs gaziers, sous le titre : « Pas de maison sans gaz ». L'article compare le gaz avec les divers agents ou produits qui lui font concurrence, tant pour l'éclairage que pour le chauffage et la force motrice, en se plaçant dans les conditions économiques qui se rencontrent généralement en Allemagne. L'auteur fait ressortir les avantages du chauffage et de la cuisine par le gaz, qui sont, d'ailleurs, incontestables, et il estime que plus d'un dixième de la production totale du gaz en Allemagne est utilisé, actuellement, à la production de force motrice.

En ce qui concerne l'éclairage, l'auteur estime que, en comptant le courant électrique à 0 fr. 0875 ou 0 fr. 10 l'hectowatt-heure, le pétrole à 0 fr. 275 ou 0 fr. 3125 le litre et le gaz à 0 fr. 2875 le mètre cube, on a pour un mark, c'est-à-dire 1 fr. 25 : 350 à 430 bougies-heures dans l'éclairage électrique à incandescence, 880 à 960 bougies-heures dans l'éclairage au pétrole, 460 bougies-heures dans l'éclairage au gaz avec le bec fendu, 580 bougies-heures avec le bec rond et 2 580 bougies-heures avec le bec Auer.

DIVERS

La prise de possession de l'Afrique Australe. — M. de Launay, Ingénieur des Mines, à qui l'on doit déjà un important ouvrage sur les « mines d'or du Transvaal » (1) vient de publier, dans la *Revue scientifique*, du 13 février 1897, un intéressant article sur la situation politique et économique de l'Afrique Australe. L'auteur montre d'abord que la pénétration de ce pays par les blancs, qui se poursuit actuellement avec tant d'âpreté, n'est pas nouvelle et que, dès le temps des Phéniciens, des relations commerciales ont existé entre ces régions et l'ancien monde. La base principale des hypothèses sur l'établissement des Phéniciens dans l'Afrique Australe réside dans les ruines extraordinaires que l'on trouve à Zymbabyé et dans lesquelles divers auteurs n'ont pas hésité à reconnaître la reproduction exacte du temple élevé à Jérusalem par Salomon. D'après Hérodote, le cap de Bonne-Espérance aurait été doublé deux mille ans avant Vasco de Gama par les Phéniciens, et l'historien grec parle d'un voyage autour de l'Afrique qui aurait été exécuté, vers cette époque, sur les ordres de Nécos, roi d'Égypte.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 21, p. 336.

Après avoir retracé les luttes d'influence récentes des diverses nations européennes sur ce champ de compétition nouveau, M. de Launay conclut que la France ne doit pas s'en désintéresser, car ce pays peut devenir un débouché très important pour les produits de Madagascar, en particulier pour les bois et les bestiaux que la nouvelle possession française produit en grande quantité.

Ouvrages récemment parus.

Les succédanés du chiffon en papeterie, par V. Urbain, Ingénieur des Arts et Manufactures. — Un vol. in-8° de 179 pages avec 6 figures (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*). — Gauthier-Villars et Masson, éditeurs, Paris, 1897. — Prix : broché, **2 fr. 50**; cartonné, **3** francs.

Par suite de l'extension considérable qu'a prise la production du papier, depuis une trentaine d'années, on fait entrer en grande quantité, dans la fabrication de cette substance, les fibres retirées de différents végétaux, tels que le bois, la paille, l'alfa, etc., que l'on désigne pour cette raison sous le nom de *succédanés des chiffons*.

Pendant longtemps, ces pâtes de paille, de bois, ont été préparées d'une manière tout à fait empirique. L'auteur, qui, pendant de longues années, a été le collaborateur de M. Fremy dans les recherches poursuivies par ce chimiste sur la constitution des tissus végétaux, s'est appuyé sur les résultats de ces travaux pour indiquer les principes devant servir de base aux traitements rationnels des substances végétales destinées à fournir de la pâte à papier.

Dans un premier chapitre, se trouve décrite la constitution physique et chimique des végétaux, avec des détails sur les propriétés des principes immédiats qui les constituent, suffisantes pour comprendre la théorie des différents modes de traitement employés.

Après l'indication de la composition des principaux succédanés utilisés, ce chapitre renferme une description très complète de la fabrication des pâtes qu'ils sont susceptibles de fournir, par les divers procédés en usage ou en expérience : par la soude, par les bisulfites, par les corps oxydants et par l'électrolyse.

La première partie se termine par des indications sur les moyens employés pour apprécier la qualité des pâtes livrées par le commerce.

La seconde partie est consacrée au blanchiment des pâtes par le chlore gazeux, par le chlorure de chaux, par le permanganate de potasse et enfin par l'électrolyse.

Le Métropolitain rationnel *et ses conséquences au point de vue du développement des constructions et de l'avenir de Paris*, par Gustave Pereire. — Une brochure in-4° de 36 pages avec carte. — Paul Dupont, éditeur, Paris, 1897.

Dans cette brochure l'auteur fait d'abord la critique du projet de Métropolitain adopté par le Conseil municipal. Il fait ensuite remarquer que si le chemin de fer de Ceinture actuel ne rend pas tous les services qu'on pourrait en attendre, c'est parce qu'il manque d'une ligne de pénétration vers le centre de Paris. Pour lui donner cette pénétration, il suffirait de construire une ligne diamétrale de même section, et l'auteur croit que le meilleur tracé à lui donner serait de la placer, du moins entre le pont d'Austerlitz et celui de la Concorde, sous les quais de rive droite de la Seine. On pourrait, sur ce parcours, établir la voie dans des galeries prenant jour sur la Seine, solution qui n'est, d'ailleurs, pas nouvelle. En ce qui concerne le mode de traction sur la nouvelle ligne, l'auteur pense que la vapeur fournirait une solution plus avantageuse que l'électricité.

Avis.

MM. les Actionnaires de la Société le *Génie Civil* sont convoqués en Assemblée générale ordinaire, le mardi 23 mars prochain, à trois heures de l'après-midi, au siège social, 6, rue de la Chaussée-d'Antin, à Paris.

Le Gérant : **H. Avoiron.**

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 19. N° 770. Samedi 13 Mars 1897.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Etranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Constructions civiles** : L'abattoir général de la rive gauche, à Paris *(suite)*, p. 289. — **Électricité** : Transmission de la puissance motrice à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer *(suite)*, p. 292; G. Dumont et G. Baignères. — **Hydraulique** : Emploi des turbines à axe horizontal pour la commande des dynamos *(planche XIX)*, p. 296; Albert Butin. — **Tramways** : La traction électrique à Paris, p. 298; Henri Maréchal. — **Physique industrielle** : Utilisation des combustibles *(suite)*, p. 301. — **Informations** : Nouveau régulateur dynamométrique pour la commande des dynamos, p. 302. — Bateau sous-marin roulant, p. 302. — Exposition universelle de 1900, p. 302.

Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences, séance du 1er mars 1897, p. 303.

Bibliographie. — Revue des principales publications techniques, p. 303. — Ouvrages récemment parus, p. 304.

Planche XIX : Nouvelle turbine équilibrée pour grandes chutes.

CONSTRUCTIONS CIVILES

L'ABATTOIR GÉNÉRAL DE LA RIVE GAUCHE à Paris.

(Suite [1].)

Préparation de l'emplacement. — L'abattoir général de la rive gauche est situé dans un quartier où le prix du terrain est relativement peu élevé. En revanche, l'emplacement choisi a nécessité des travaux assez considérables, soit pour niveler la surface, soit pour consolider le sous-sol. Il nous paraît intéressant de donner quelques détails sur l'exécution de ces travaux, tant à cause de leur importance qu'à cause de leur nature particulière.

Nivellement de la surface. Terrassements. — Le nouvel abattoir occupe un terrain dont la pente naturelle est assez forte, entre le chemin de fer de Ceinture et la rue des Morillons (fig. 2). Tandis que cette rue est à peu près au niveau du sol naturel, le chemin de fer de Ceinture, qui est, cependant, à une altitude peu différente, passe, au droit de l'abattoir, dans une tranchée de 8 à 10 mètres de profondeur. Pour pouvoir placer tous les bâtiments sur la même plate-forme, il aurait fallu enlever un cube de déblais énorme, ce que l'on a évité par l'adoption de trois plates-formes différentes, une pour chacun des abattoirs spéciaux. C'est ainsi que les abattoirs à porcs et à chevaux sont situés chacun sur une plate-forme placée à un niveau notablement plus élevé (5 à 6 mètres) que celui de la plate-forme de l'abattoir de la boucherie. Ce dernier se trouve à peu près au niveau du débarcadère de chemin de fer, tandis que, pour accéder de ce débarcadère à l'abattoir à porcs et à l'abattoir à chevaux, il faut gravir, ainsi que nous l'avons vu [1], des rampes assez prononcées.

Le cube des déblais prévus à l'adjudication était de 197 000 mètres

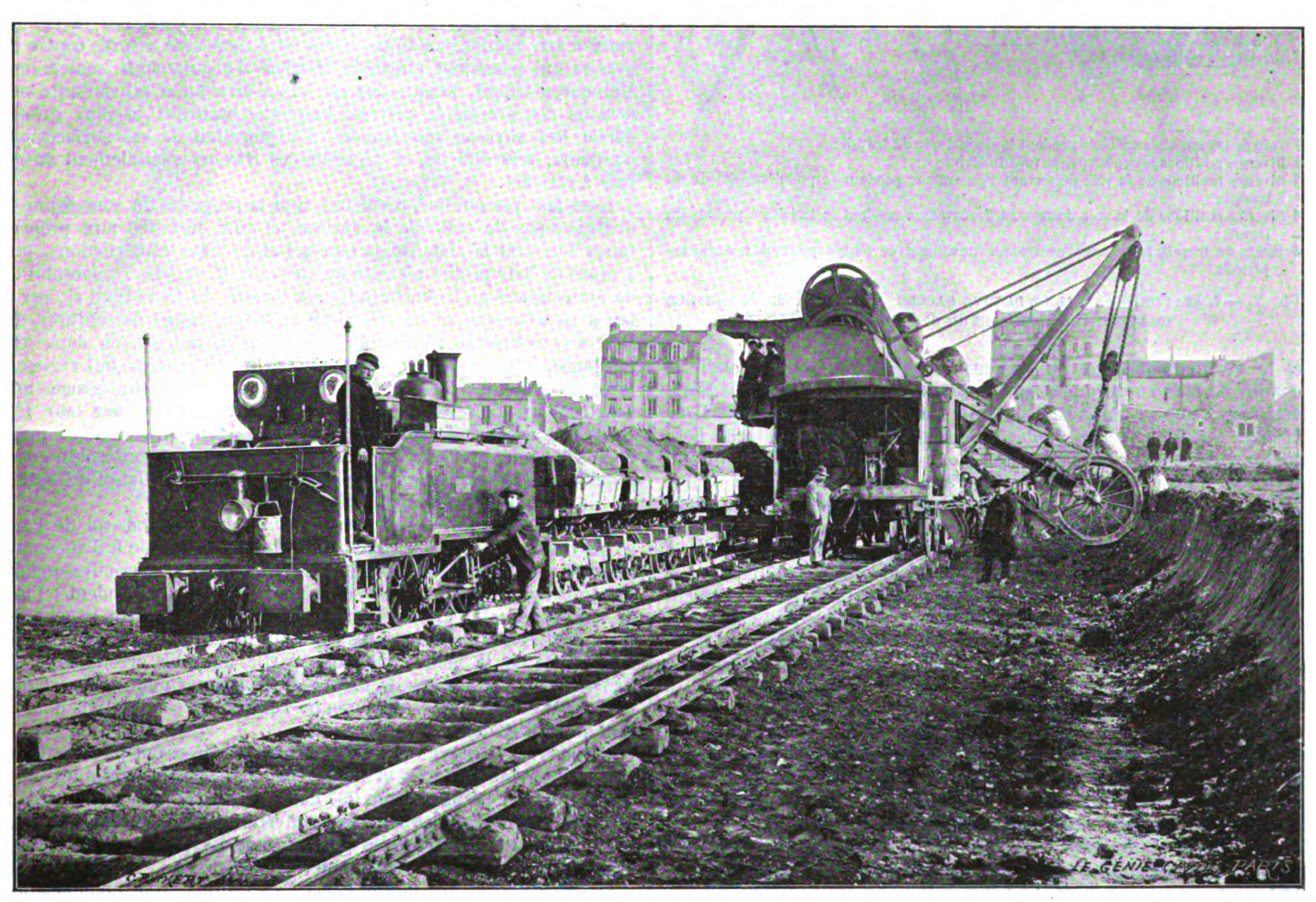


Fig. 1. — L'Abattoir général de la rive gauche, a Paris : Vue de l'excavateur employé aux terrassements.

[1] Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 16, p. 241.

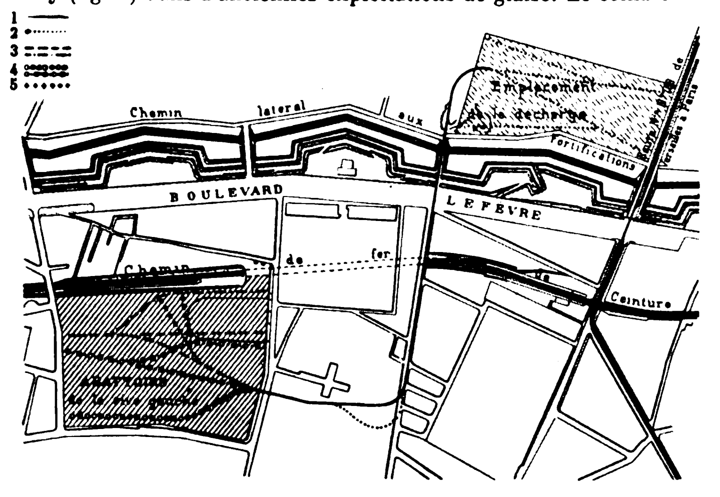
(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 16, p. 241.

cubes, mais, en exécution, il s'est élevé à 265 000 mètres cubes. La surface à déblayer ayant environ 365 mètres de longueur sur 185 mètres de largeur, la hauteur moyenne de terrain enlevée n'a été que d'environ 4 mètres, alors qu'en certains points la hauteur du déblai atteignait 9 mètres.

Adjugés à M. Lindenmeyer, le 12 décembre 1893, les travaux de terrassement dont il s'agit ont été commencés le 1er mars 1894 et terminés le 31 décembre 1895, malgré une interruption de quatre mois par suite des gelées persistantes de l'hiver 1894-1895 et des lenteurs dues aux formalités exigées par la nouvelle loi sur l'occupation temporaire des terrains.

L'importance du cube de déblais à exécuter et à transporter en dépôt dans un court délai a fait recourir à l'emploi de moyens mécaniques, tant pour l'exécution de la fouille que pour le transport des terres enlevées. Des sondages préalables avaient, d'ailleurs, montré à l'entrepreneur que le terrain à creuser pouvait être avantageusement attaqué par l'excavateur.

Quant à l'emplacement nécessaire pour la mise en dépôt des déblais, on l'a trouvé en dehors des fortifications, sur la commune d'Issy (fig. 2) dans d'anciennes exploitations de glaise. Le comblement



1 Voie de transport des déblais pendant toute la durée du travail ;
2 Diverses positions occupées par la voie de décharge ;
3 Diverses positions de la voie desservant l'excavateur pendant la première période du travail ;
4 Diverses positions de la voie desservant l'excavateur pendant la troisième période du travail ;
5 Partie du travail faite avec l'excavateur travaillant en fouille pendant la deuxième période.

Fig. 2. — L'Abattoir général de la rive gauche, a Paris : Plan de situation montrant l'emplacement du dépôt des déblais.

et le nivellement de ces excavations ont même permis d'agrandir le champ de manœuvre qui remplace actuellement le Champ de Mars, désaffecté, comme on sait, à la suite de l'Exposition de 1889. Pour faciliter l'accès à ce lieu de dépôt, le Génie militaire a autorisé l'occupation de la poterne de la Plaine, dont le passage était interdit aux voitures, pour l'établissement d'une voie à l'écartement de 1 mètre. Enfin l'Administration municipale a autorisé l'occupation d'une partie de la rue Olivier-de-Serres et un arrêté d'occupation temporaire, rendu en vertu de la loi du 29 décembre 1892, a permis de vaincre la résistance des propriétaires qui refusaient de laisser établir une voie provisoire sur leur terrain. Toutefois, en attendant l'accomplissement des formalités exigées par cette loi, l'entrepreneur a eu intérêt à établir momentanément la partie de voie figurée en pointillé, près de la rue Olivier-de-Serres (fig. 2), sur un terrain avec le propriétaire duquel il avait pu s'entendre à l'amiable.

L'excavateur à vapeur (fig. 1), du type Couvreux, a été d'abord installé à la cote 60 mètres au-dessus du niveau de la mer, sur une voie préparée à bras, au niveau de la plate-forme de l'abattoir à porcs. Il a enlevé ainsi, en travaillant en *butte* ou en *décapement*, tout le déblai situé au-dessus de cette altitude. Cela fait, on a transformé sa chaîne de godets de façon à le faire travailler en *fouille* pour exécuter une amorce de la plate-forme à la cote 55,60 et, une fois cette amorce faite, on y a descendu l'excavateur qui a ensuite achevé le déblai en travaillant en décapement. La figure 2 indique les positions successives de la voie desservant l'excavateur dans les trois phases de son travail.

Les déblais étaient conduits à la décharge par des trains composés généralement de 14 wagons de 2 mètres cubes de capacité. Le profil de la voie d'évacuation présentait, dans la rue Olivier-de-Serres, une rampe de 0m 03 et, à la sortie de la poterne, une rampe de 0m 05. La traction était opérée par une locomotive de 14 tonnes.

La production journalière a été, en moyenne, de 20 trains de 14 wagons, soit 280 wagons cubant ensemble 560 mètres cubes.

Grâce à cette organisation, on a pu terminer, dans un délai assez court et avec un très faible personnel, un travail qui, exécuté dans l'enceinte de Paris, eût peut-être donné lieu à des grèves ou majoration de prix regrettables s'il avait dû être effectué entièrement à bras d'hommes.

Consolidation du sous-sol. — Presque toute la surface occupée par l'abattoir général de la rive gauche était sous-minée par d'anciennes exploitations souterraines de pierre à bâtir, et a dû être consolidée par le service municipal de l'Inspection des carrières. A ce sujet, nous croyons intéressant de dire quelques mots de ce service, généralement peu connu, et qui a cependant rendu de grands services à la Ville de Paris depuis plus d'un siècle qu'il a été institué.

Après l'abandon qui avait suivi leur épuisement, les carrières souterraines anciennement exploitées dans le périmètre de Paris, et qui avaient fourni la plupart des matériaux employés à la construction de la ville, étaient tombées dans un long oubli, lorsque, en 1774, plusieurs accidents graves attirèrent l'attention du Gouvernement sur le danger qu'elles présentaient et sur la nécessité de prendre des mesures promptes et efficaces pour sauvegarder la sécurité publique. Une visite générale et le lever des plans de toutes les excavations souterraines, ordonnés en 1776, ayant fait reconnaître que, ainsi que l'affirmait la tradition, le sol des quartiers méridionaux de Paris était presque entièrement sous-miné, et que la stabilité des voies publiques et des constructions de ces quartiers était compromise, le Conseil d'État institua, le 4 mai 1777, une Commission spéciale à l'effet d'ordonner et d'exécuter toutes les opérations jugées nécessaires. C'est à cette époque que fut créée l'Inspection générale des carrières, par arrêt du Conseil d'État, sur la proposition de cette Commission. Un peu plus tard, un décret du 18 novembre 1810 assura le recrutement des inspecteurs parmi les Ingénieurs du corps des Mines et, depuis cette époque, ce service a à sa tête un Ingénieur en chef des Mines.

Depuis 1777, la Ville de Paris a dépensé chaque année des sommes considérables pour consolider les quartiers sous-minés; aussi actuellement, grâce à la persévérance avec laquelle les travaux ont été poursuivis, le sol des rues, généralement consolidé, n'est plus exposé à s'effondrer sous les véhicules ou même sous les passants, et les travaux d'art, égouts, conduites d'eau ou de gaz sont assurés contre les avaries qui pouvaient autrefois résulter d'éboulements souterrains. Malheureusement, la situation est loin d'être aussi satisfaisante audessous des propriétés privées, lesquelles occupent la plus grande partie des surfaces sous-minées. L'exploration de ces surfaces est, d'ailleurs, très difficile, et nécessite des travaux spécialement entrepris à cet effet.

Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, que la propriété du sous-sol ne se distingue pas de celle de la surface, et qu'il incombe aux propriétaires d'assurer la stabilité de leur sol et de leurs constructions, tant à cause de leur propre sécurité qu'au point de vue des responsabilités de toutes sortes qu'ils encourent aux termes du Code Civil si, par le fait d'un affaissement du sol, qu'ils auraient négligé de conjurer, des tierces personnes se trouvaient lésées dans leurs biens où dans leur existence. Jusqu'à ces dernières années, les règlements qui régissent la construction des maisons, à Paris, prescrivaient simplement aux constructeurs de se renseigner sur l'état du sous-sol, sans leur imposer des travaux de consolidation des parties sous-minées; mais, depuis l'arrêté préfectoral du 18 janvier 1881, ils sont maintenant tenus de faire les travaux nécessaires sous la surveillance des agents de l'Inspection des carrières.

Les vides d'anciennes carrières existant dans le sous-sol de Paris se distribuent en quatre régions. Celle du nord, spéciale à d'anciennes plâtrières, occupe surtout les XVIIIe, XIXe et XXe arrondissements. Les trois autres, particulières à la pierre à bâtir, s'étendent : l'une au sud, sur la plus grande partie du territoire de la rive gauche, en deux parties distinctes séparées par le lit de la Bièvre; l'autre, sur la rive droite de la Seine, sous une partie du XVIe arrondissement, quartiers de Chaillot et de Passy; la troisième, moins importante, également sur la rive droite, occupe l'extrémité est de Paris dans le XIIe arrondissement.

La superficie des régions où d'anciennes carrières ont pu être exploitées est de 3 140 hectares, et la superficie des régions reconnues sousminées de 771 hectares, dont 707 dans le calcaire grossier et 64 dans le gypse. Le réseau des galeries souterraines d'inspection se développe, rien que sous les voies publiques et les propriétés de la Ville et de l'État, sur plus de 135 kilomètres.

Le service de l'Inspection des carrières a dressé une nomenclature des voies publiques sous-minées, avec l'indication des travaux de consolidation et du niveau des carrières. Les renseignements qui y sont contenus doivent être pris en considération pour les immeubles placés en bordure, car les carrières s'étendent généralement, en présentant les mêmes caractères, de part et d'autre des rues. Ces renseignements sont, d'ailleurs, complétés par un Atlas des carrières souterraines de Paris, à l'échelle de $1/_{1000}$, actuellement en cours de publication et dressé par le même service.

Rappelons, en terminant cette digression, que les fameuses *Catacombes de Paris*, dont la légende s'est emparée, sont tout simplement d'anciennes carrières qui ont été mises à profit pour recevoir les dé-



bris humains provenant de la désaffectation du cimetière des Innocents, en 1786. L'ossuaire ainsi créé est, depuis lors, maintenu en parfait état et accessible aux visiteurs. Le trajet que ceux-ci peuvent effectuer, sous la conduite d'agents du Service des carrières, est compris entre la place Denfert-Rochereau et l'avenue de Montsouris. On estime à plus de trois millions le nombre des individus dont les ossements ont été recueillis dans l'ossuaire municipal (1).

Le plan représenté figure 3 indique les limites des anciennes carrières et le tracé des galeries, aux trois quarts éboulées, qui subsistaient sous l'emplacement de l'abattoir général de la rive gauche, avant les travaux de consolidation. En certains points, comme dans de nombreux quartiers de Paris, il existait même deux étages de carrières superposés. L'exploitation n'avait pas eu lieu par *piliers abandonnés*, mais par *hagues et bourrages*, c'est-à-dire que toute la couche exploitable avait été enlevée et remplacée par des remblais plus ou moins complets, laissant au milieu d'eux des vides souvent obstrués en partie par des éboulements locaux.

L'étage supérieur, dit *carrière haute*, a environ 1m80 de hauteur et se trouve séparé du sol par 8 à 13 mètres de recouvrement formé de marnes et caillasses. La *carrière basse*, ou étage inférieur, a une hauteur analogue, et une épaisseur de 2 mètres de bancs calcaires est intercalée entre les deux étages d'exploitation.

Les travaux de consolidation ont consisté à rechercher les limites exactes des anciennes carrières qui sont indiquées sur la figure 3 et à sillonner toute la région exploitée d'un réseau de galeries d'exploration en vue de retrouver tous les anciens vides et de les remblayer de terres pilonnées. En outre, à l'aplomb de tous les points d'appui des bâtiments et partout où le ciel de carrière a été trouvé en mauvais état, des piliers souterrains en maçonnerie de meulière ont été construits pour assurer la fixité du sol. Enfin, de nombreuses cloches de *fontis* (1), en voie de formation, ont été découvertes par les galeries de recherches; on les a consolidées à la base par de robustes maçonneries et comblées avec soin.

Ces travaux devaient être entièrement exécutés à l'entreprise, mais le Conseil municipal les fit commencer en régie par le personnel de l'Inspection des carrières au mois de mai 1894. Depuis le mois de mai 1895, ils ont été continués en régie sous la direction de ce service par M. Daguet, entrepreneur. Ils ont été terminés au mois d'octobre dernier.

Le cube des galeries de recherches s'est élevé à 12 250 mètres cubes. Le volume des maçonneries souterraines est, environ, de 4 200 mètres cubes et celui des remblais bourrés de 28 000 mètres cubes. L'excédent du total de ces deux derniers chiffres sur le premier représente l'importance des vides anciens, constituant un danger pour la surface, que ces travaux ont permis de découvrir et de combler.

Un crédit de 300 000 francs avait été affecté à ces consolidations souterraines, mais la dépense n'a pas dépassé 240 000 francs. Les travaux ont été exécutés, sous la haute direction de M. Wickersheimer, Ingénieur en chef des Mines, Inspecteur général des carrières, par M. Pellé, Ingénieur des Mines, Inspecteur des carrières, qui a bien voulu nous communiquer ces quelques renseignements.

Dans un dernier article, nous étudierons les travaux de construction proprement dits de l'abattoir général de la rive gauche, c'est-à-dire la manière dont sont composés les divers bâtiments que nous avons énumérés dans la première partie de cette étude.

(A suivre.) A. D.

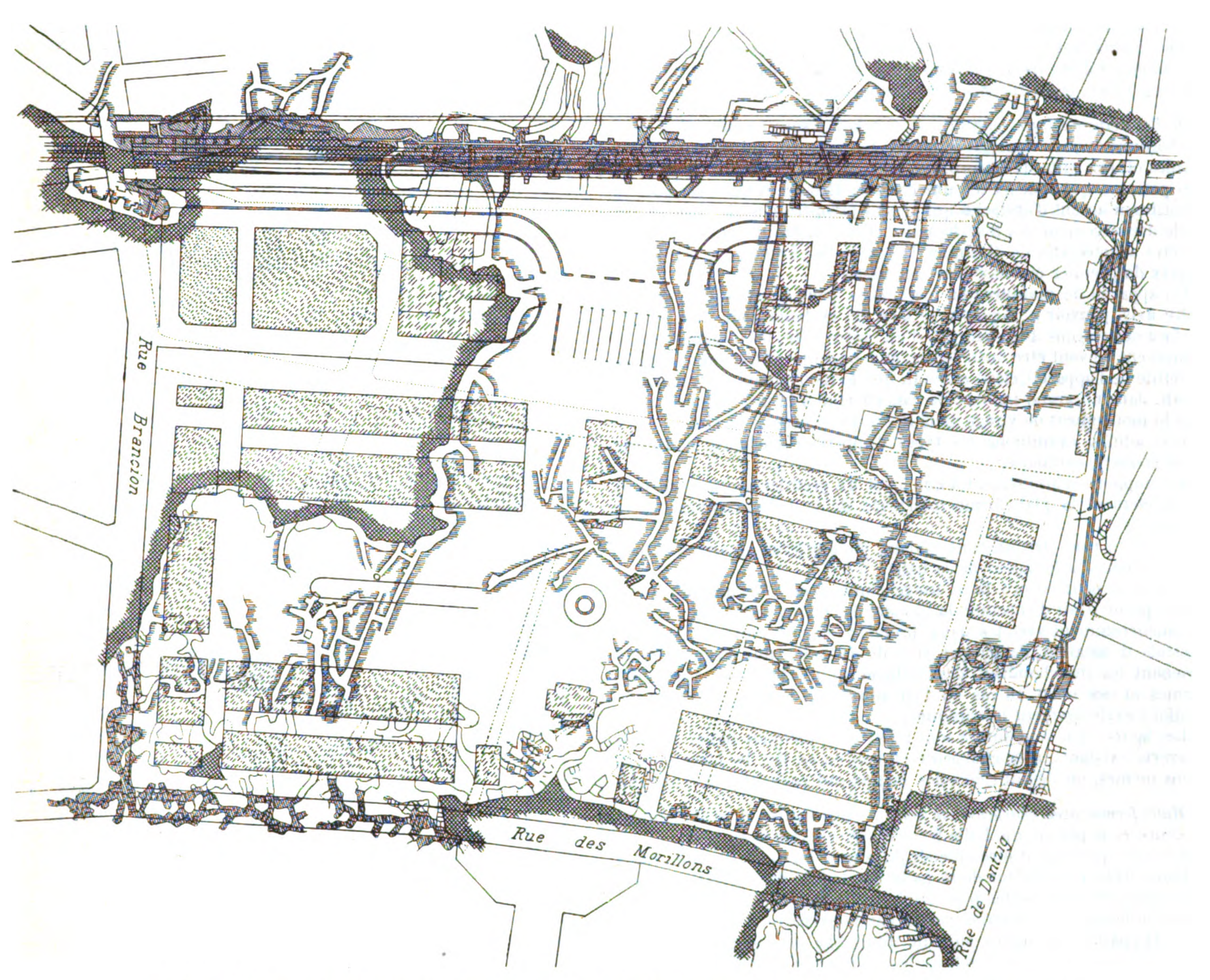


Fig. 3. — L'Abattoir général de la rive gauche, a Paris : Plan des carrières souterraines avant leur remblaiement.

(1) Voir sur les Catacombes de Paris un intéressant article de M. Armand Viré, paru dans la *Nature* du 13 février 1897.

(1) On appelle *fontis* des excavations produites par l'effondrement du ciel de carrière. Par suite de diverses circonstances, il arrive un moment où des fragments du banc qui constitue le toit se détachent, la désagrégation des couches se continue de bas en haut, et il se forme une cavité en forme de dôme ou de cloche dont le sommet s'élève progressivement par la chute de nouveaux fragments. Lorsque le sommet de la cloche n'est plus séparé de la surface du sol que par une faible épaisseur, il se produit un effondrement et le fontis *vient à jour* en formant une excavation plus ou moins circulaire, de diamètre et de profondeur variables. Ce sont ces effondrements qui peuvent déterminer des accidents graves.

ÉLECTRICITÉ

TRANSMISSION DE LA PUISSANCE MOTRICE
à l'aide de l'électricité
aux engins des gares de chemins de fer.

(Suite[1].)

Dispositions a prendre. — La nature diverse des marchandises nous conduit tout d'abord à spécialiser les halles de transbordement. Ainsi les blés, les farines, et, en général, les céréales, seront transbordés dans une halle spéciale; de même pour les balles de coton. Quant aux fûts de vins, aux huiles et graisses, il suffira de disposer d'un quai découvert.

Cette séparation en catégories nous parait nécessaire, en raison même de la facilité que l'on trouvera dans la manutention de marchandises toujours de même nature et de même poids.

Ceci admis, voyons quelles seraient les dispositions à prendre pour l'installation d'engins mécaniques dans les halles existantes, dans les halles à créer, enfin sur des quais découverts.

Halles couvertes (type courant). — Ces halles sont formées d'un quai en bordure duquel viennent se placer les poteaux qui supportent les fermes et, par suite, la toiture (fig. 1 de l'article précédent, page 275). Ces poteaux, qui sont fixés à une certaine distance les uns des autres, constituent autant d'obstacles qui gênent les opérations de chargement et de déchargement des marchandises. Cette disposition a, cependant, dû être adoptée afin de diminuer la portée des fermes, et, par suite, le prix de premier établissement des halles.

Un appareil de manutention mécanique, pour être pratique, doit, à notre avis, pouvoir se déplacer le long de la halle pour être amené en face des wagons à décharger; d'un autre côté, les organes qui le composent doivent être aussi légers que possible afin d'augmenter la mobilité de l'appareil, étant entendu que le mouvement de translation serait, dans un grand nombre de cas, effectué à bras d'hommes, ainsi que le mouvement de virage dans le cas d'une grue à flèches.

Ceci admis, examinons les types d'appareils à adopter dans une halle couverte ordinaire.

Les supports nous obligent à employer un premier engin desservant exclusivement la plate-forme intérieure de la halle, comprise entre les appuis.

Cet engin peut être un pont roulant, ou une grue pivotante et mobile sur toute la longueur de la halle.

Enfin, on peut encore faire usage d'une grue Guyenet qui, à elle seule, permettrait d'effectuer la plupart des manutentions.

Concurremment avec les deux premiers engins indiqués, il serait possible d'installer, de chaque côté de la halle, une grue roulante amenant les marchandises, des voitures à l'intérieur des appuis des fermes ou *vice versa*, au cas où l'on admettrait le principe de manutentions exclusivement mécaniques.

Les figures qui vont suivre sont relatives à quelques halles et quais couverts existants, avec charpente en bois ou en fer. De leurs dimensions mêmes, on déduit celles des engins qui peuvent y être utilisés.

Halle fermée avec charpente en bois. — Les figures 1 et 2 donnent la coupe et le plan d'une halle fermée avec charpente en bois.

Les colis pourraient être amenés du wagon au quai par une grue à colonne fixée à l'intérieur de la halle sur le côté de la porte; elle devrait avoir 2m50 de portée pour atteindre le wagon et 2 mètres seulement de levage pour pouvoir passer par l'ouverture d'un wagon couvert, la chaîne s'enroulant sur un treuil fixé en applique contre le mur; mais cet engin ne rendrait de services qu'au point où il serait placé. Son installation ne se justifie donc pas et ne constitue pas une amélioration de ce qui existe déjà.

A l'intérieur de la halle, les colis pourraient être transportés et arrimés par un pont roulant, mais celui-ci exigerait pour être installé des supports spéciaux et en raison de la faible hauteur dont on dispose le pont ne permettrait d'arrimer les colis qu'à 2m50 du sol au maximum.

Rappelons qu'au cas où les dispositions de la charpente permettraient l'installation d'un pont roulant électrique, cet engin peut porter 1, 2 ou 3 moteurs, avec embrayages si un moteur commande plusieurs mouvements.

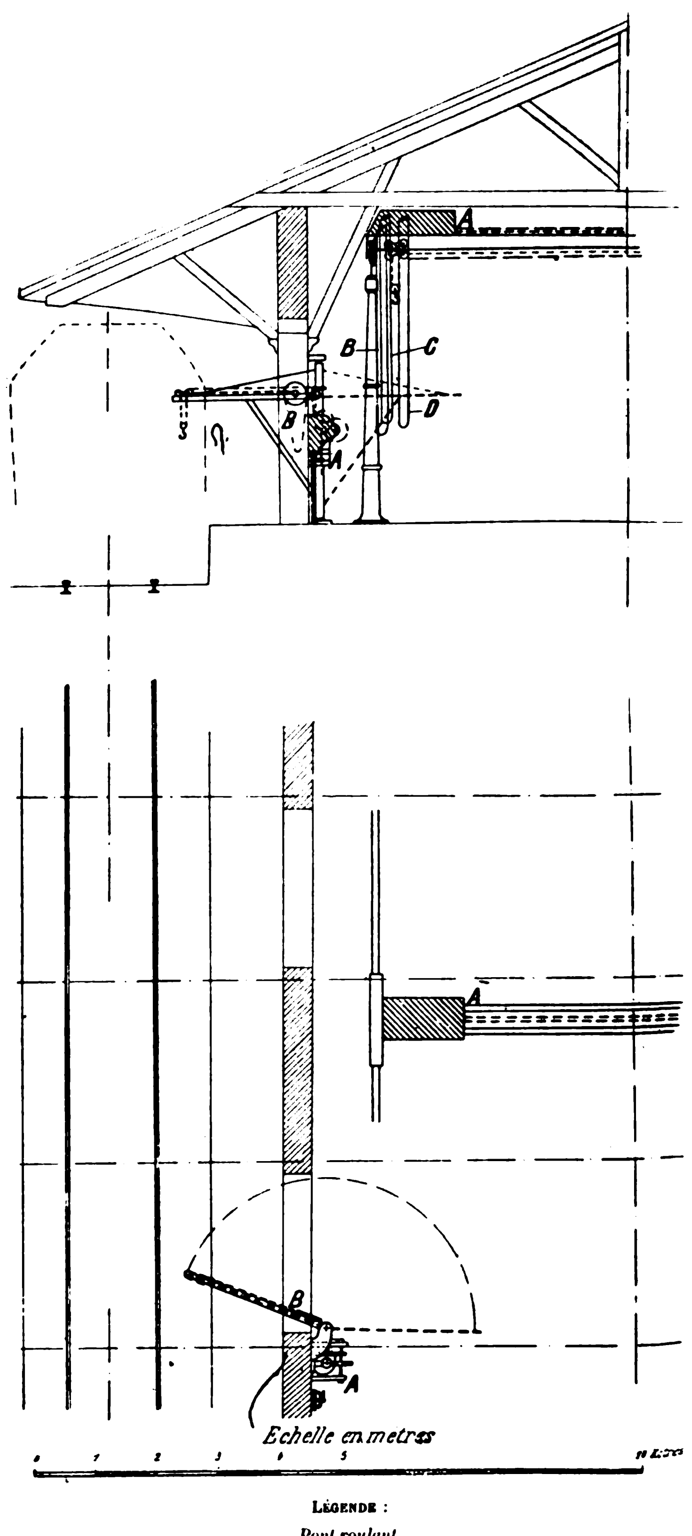
Dans le type à un seul moteur, le mécanisme fixe placé à un bout du pont comprend, en outre du moteur, un embrayage simple et un double. Trois cordes permettraient la manœuvre du rhéostat et des deux embrayages.

Dans le type à trois moteurs, on peut fixer au pont, à une extrémité, trois inverseurs à rhéostat manœuvrés par autant de cordes, et reliés aux moteurs montés, l'un au milieu du pont, et les deux autres sur le treuil mobile. Le crochet doit pouvoir desservir la plus grande largeur possible, mais une zone de 1 mètre doit toujours rester libre d'un côté pour permettre l'accès des marchandises classées sur le quai.

Quant à la puissance à prévoir pour les ponts et les engins qui suivent, on peut se baser sur les grues Nepveu déjà installées qui sont de 1, 2 ou 3 tonnes.

Un moteur de 4 chevaux permettrait, dans ces différents cas, le levage à : 0m12, 0m06 ou 0m04 environ par seconde.

Si l'engin porte plusieurs moteurs, on peut admettre l'emploi d'un



Légende :

Pont roulant.

Portée	8m50
Course du crochet	4m00

A, mécanisme fixe (un seul moteur commande les trois mouvements).

B, C, D, cordes de manœuvre actionnant : le rhéostat de mise en marche, un embrayage double, un embrayage simple.

Grue du quai.

Portée maximum	2m25
Course du crochet	1m80

A, treuil applique de levage.

B, manœuvre à la main du chariot. — Orientation faite à la main.

Fig. 1 et 2. — Grue de quai fixe, à colonne, avec treuil applique. Pont roulant à l'intérieur d'une halle à marchandises avec charpente en bois.

moteur de 2 chevaux pour la translation du treuil et de 2 chevaux pour celle du pont.

On peut enfin se réserver, par raison d'économie, la manœuvre à la main d'un ou de deux mouvements.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 9, p. 132; n° 10, p. 149; n° 11, p. 162; n° 12, p. 181; n° 13, p. 196; n° 14, p. 211; n° 15, p. 229; n° 16, p. 245; n° 17, p. 259; n° 18, p. 274.



Les figures 3 et 4 donnent la coupe transversale et le plan d'une halle fermée, avec l'indication d'une grue à colonne roulant, par deux galets, sur un seul rail disposé suivant l'axe de la halle et portant, à sa partie supérieure, une poulie horizontale roulant entre deux fers fixés sous les entraits des fermes. Une telle grue, d'une portée de 5 mètres, peut desservir toute la surface intérieure entre les appuis. Nous n'avons indiqué aucun engin au bord du quai, car nous admettons que les colis sont amenés du wagon au bord de la halle et réunis

Echelle en mètres

LÉGENDE :

Grue.

Puissance . . . . 1, 2 ou 3 tonnes.
Portée (fixe) . . . . 5 mètres.
Course du crochet . . . . 4^{m} 50

A, mécanisme de levage; — B, mécanisme de translation. — Orientation à bras.

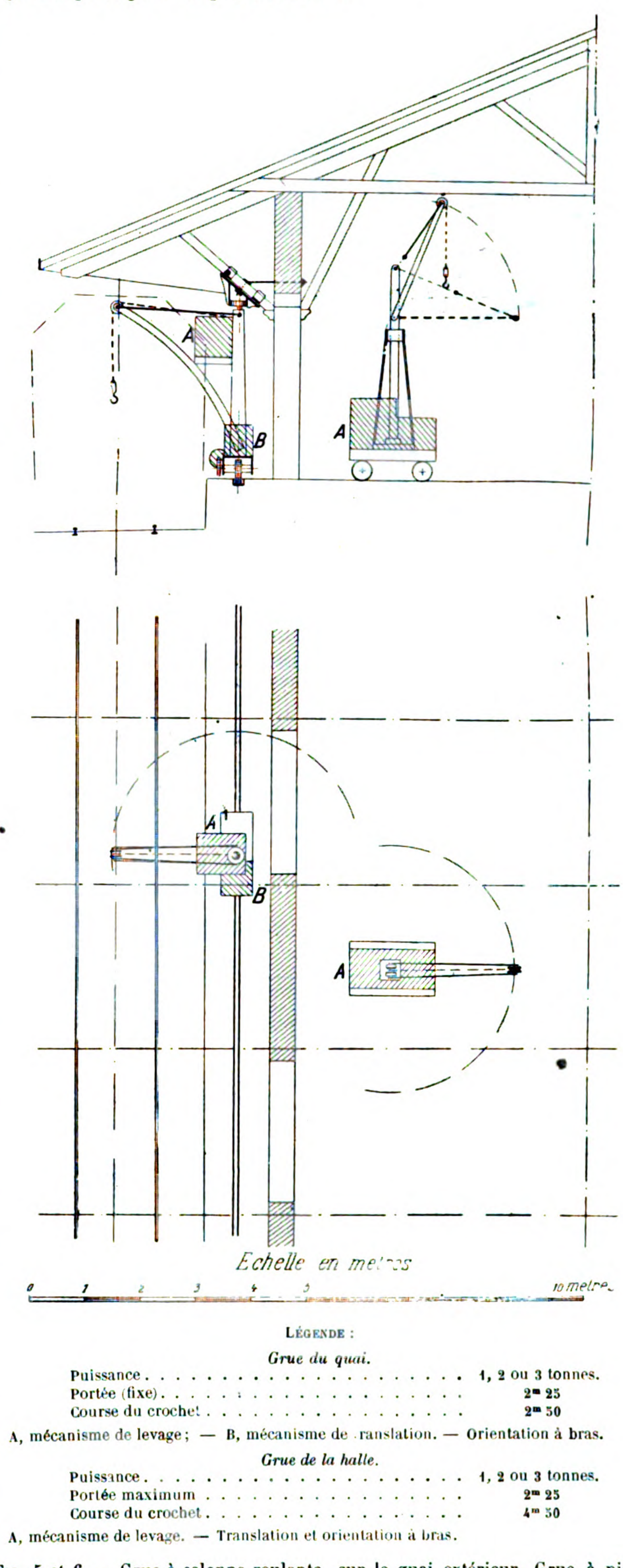
Fig. 3 et 4. — Grue à colonne roulante sous une halle à marchandises avec charpente en bois.

en tas de 1 tonne par exemple, si l'engin a cette puissance. Ces tas étant préparés dans des enveloppes appropriées et à la fois en plusieurs points de la halle simultanément, permettraient d'utiliser complètement l'engin et le personnel.

Une plate forme porte le mécanisme de translation B; un mécanisme distinct de levage A est fixé entre la flèche en arc, ses tirants et la colonne.

Le crochet de l'appareil dont nous donnons le croquis, a 4^{m} 50 de course; le passage de la plate-forme et de l'agent chargé de la manœuvre exige une allée de 2 mètres de largeur, dans l'axe de la halle; et les marchandises ne peuvent être arrimées que dans le gabarit indiqué en pointillé.

Les puissances à adopter pour la grue et ses moteurs sont celles déjà indiquées pour les ponts roulants.



LÉGENDE :

Grue du quai.

Puissance . . . . 1, 2 ou 3 tonnes.
Portée (fixe) . . . . 2^{m} 25
Course du crochet . . . . 2^{m} 50

A, mécanisme de levage; — B, mécanisme de translation. — Orientation à bras.

Grue de la halle.

Puissance . . . . 1, 2 ou 3 tonnes.
Portée maximum . . . . 2^{m} 25
Course du crochet . . . . 4^{m} 50

A, mécanisme de levage. — Translation et orientation à bras.

Fig. 5 et 6. — Grue à colonne roulante, sur le quai extérieur. Grue à pivot tournant sur truck, sous une halle à marchandises avec charpente en bois.

Les figures 5 et 6 montrent l'installation d'une grue, système Guyenet, à pivot tournant et flèche abaissable sur truck, avec un moteur unique de levage, l'orientation et le relevage de la flèche étant faits à la main.

L'engin indiqué a une levée de 4^{m} 50 et une portée de 2^{m} 25.

Le chariot de la grue exige aussi pour son déplacement des allées de 2 mètres au droit des portes et dans l'axe de la halle.

Nous avons indiqué également, sur le bord du quai, une grue roulante à colonne avec guidage supérieur, pouvant desservir toute la longueur de la halle et amener les colis en blocs (d'une tonne par exemple) du wagon à l'engin placé à l'intérieur.

Cette grue devrait avoir 2m 25 de portée et son crochet 2m 50 de course.

Halle avec charpente entièrement métallique. — Les figures 8 et 9 donnent la coupe et l'élévation partielle d'un autre type de halle avec fermes métalliques sans entrait et appuis sur le quai, avec l'indication d'un pont roulant à trois moteurs desservant l'aire intérieure et d'une grue à colonne roulante sur le quai extérieur étant entendu que le côté cour peut également être desservi par une grue semblable.

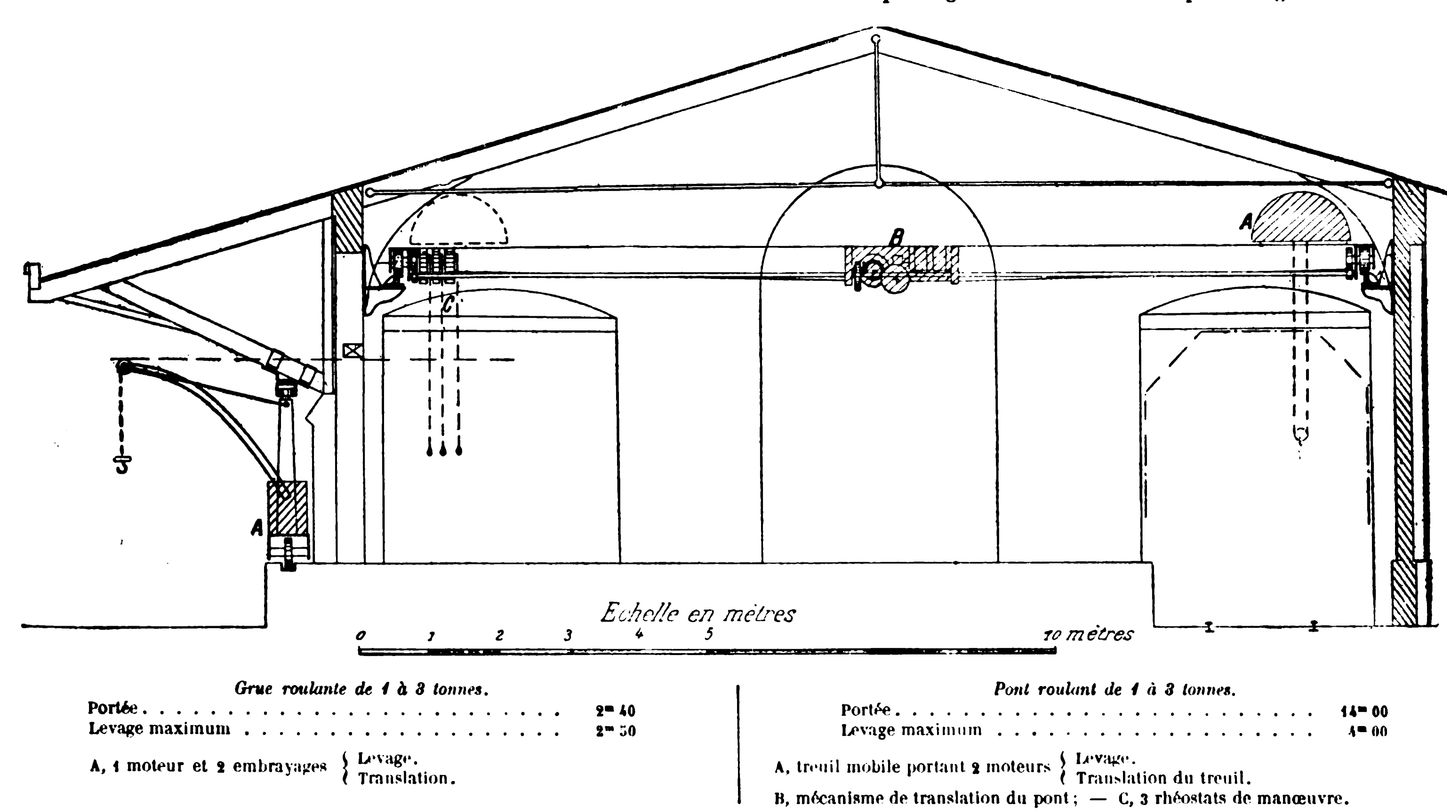


Fig. 7. — Installation d'un pont roulant et d'une grue roulante sous une halle à marchandises avec charpente en fer.

La figure 1 de l'article précédent (page 275) est également relative à une grue Guyenet utilisable sous le quai couvert du type déjà cité et permettant à elle seule de porter les marchandises d'un wagon à un autre wagon ou à une charrette placés sur le bord opposé du quai. Sa portée maximum est de 2m 70 et le levage maximum de 4 mètres.

Halles couvertes (type spécial). — Comme nous venons de le voir, les supports des fermes gênent considérablement les manœuvres et il est tout naturel de se demander s'il ne serait pas plus logique, pour une installation nouvelle, d'adopter un type de halle répondant aux besoins créés par l'emploi d'appareils mécaniques de manutention.

La figure 10 indique suffisamment les dispositions qui pourraient

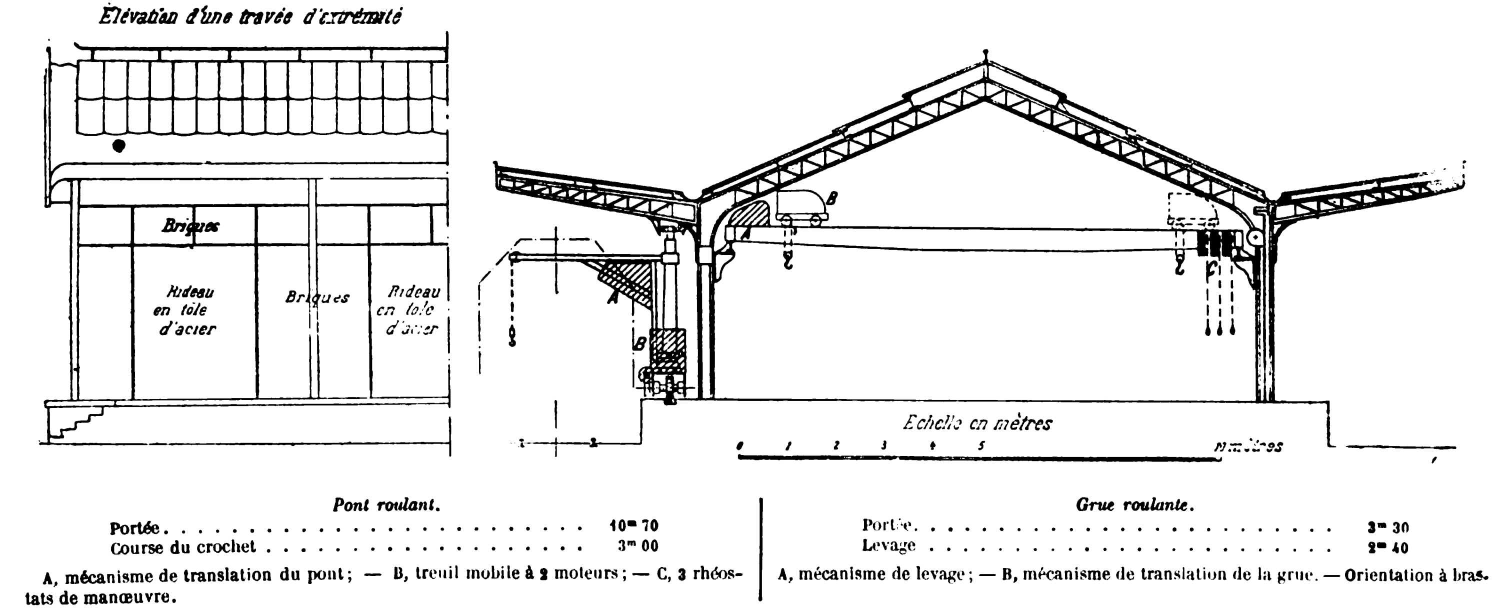


Fig. 8 et 9. — Pont roulant à l'intérieur d'une halle à marchandises avec charpente métallique. Grue roulante sur le quai.

Halle à charpente en fer avec une voie couverte. — La figure 7 montre un type de halle de 15 mètres de largeur avec une voie couverte et charpente métallique. Dans ce cas, un pont roulant peut desservir à lui seul la voie et le quai; les trois cordes de commande seraient disposées au point le moins gênant, près du mur, côté cour par exemple.

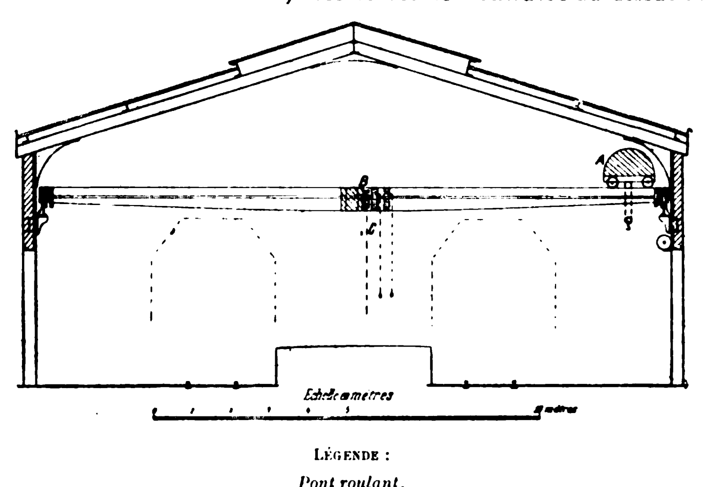
Sur le quai extérieur côté cour, une grue à colonne roulante nous paraît tout indiquée pour amener les colis des charrettes au pont roulant et *vice versa*, si on veut éviter complètement les transports à bras d'hommes.

être prises étant donné que l'on veut se réserver la faculté de faire du transbordement à bras d'hommes, soit concurremment avec les engins mécaniques, soit pendant les périodes de non fonctionnement des appareils.

Une largeur de quai de 3m 50 à 4 mètres est très suffisante pour le transbordement à bras; cette dimension est d'ailleurs consacrée par la pratique.

Les points d'appuis des fermes sont placés extérieurement et dès lors il n'existe plus d'obstacles et le transbordement peut s'effectuer dans d'excellentes conditions.

Une charpente métallique de 16m 50 de portée pourrait couvrir un quai de 4 mètres, deux voies ferrées et deux voies charretières, et permettre de faire toutes les opérations possibles de transbordement sur toute la surface de la halle, au moyen d'un pont roulant de 1, 2 ou 3 tonnes à trois moteurs, avec cordes de manœuvre au-dessus du



LÉGENDE :

Pont roulant.

Puissance . . . . 1, 2 ou 3 tonnes.

A, treuil mobile à 2 moteurs; — B, mécanisme pour la translation, à bras, du pont; — C, 2 rhéostats et une poulie de commande.

FIG. 10. — Halle avec charpente en fer recouvrant un quai de 4 mètres, 2 voies ferrées et 2 voies charretières. Pont roulant de 16 mètres de portée.

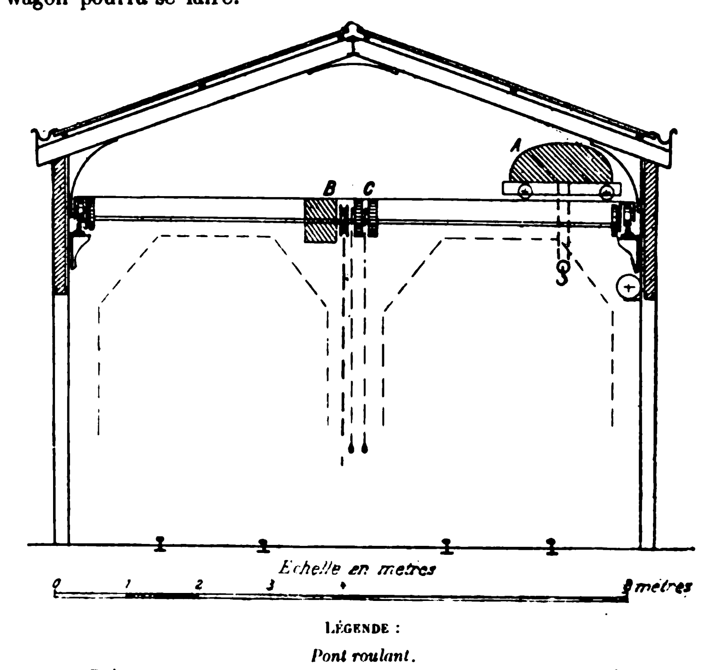
quai. Le chemin de roulement repose sur des consoles fixées aux pieds-droits des fermes qui sont sans entrait.

Il est bien évident qu'on se heurte ici à une très grande difficulté, qui est celle de construire économiquement un bâtiment aussi large. D'un autre côté, un pont roulant de 16 mètres de portée, même pour supporter un poids maximum de 3 tonnes, devrait être établi avec des fers présentant la résistance voulue, et, en faisant les calculs, on arriverait à un poids assez considérable qui nuirait certainement à la mobilité de l'engin.

Nous pensons donc que, pour rester dans le domaine de la pratique, il conviendrait de recouvrir seulement le quai et les deux voies qui le bordent, dont l'une pourrait à la rigueur permettre l'accès des voitures au quai. Dans ces conditions, la largeur des fermes serait réduite à 10m 50, ce qui est parfaitement admissible.

Si, par suite de dispositions spéciales, on ne prévoyait pas le transbordement à bras, le quai intermédiaire deviendrait superflu; les voies pourraient être rapprochées, les wagons placés côte à côte; on n'aurait plus à faire parcourir au fardeau qu'un trajet très faible, la largeur des halles serait réduite dans d'assez grandes proportions, et enfin, la portée du pont roulant serait beaucoup moindre. Il en résulterait une économie notable de premier établissement et d'exploitation, puisqu'on gagnerait du temps dans les opérations de transbordement.

La figure 11 représente une charpente du même genre que celle dont il a été question ci-dessus, mais qui est établie pour couvrir seulement deux voies ferrées sans quai intermédiaire. En munissant les voies de contre-rails et en pavant les abords, l'accès des charrettes sera possible et le chargement ou le déchargement direct de voiture à wagon pourra se faire.



LÉGENDE :

Pont roulant.

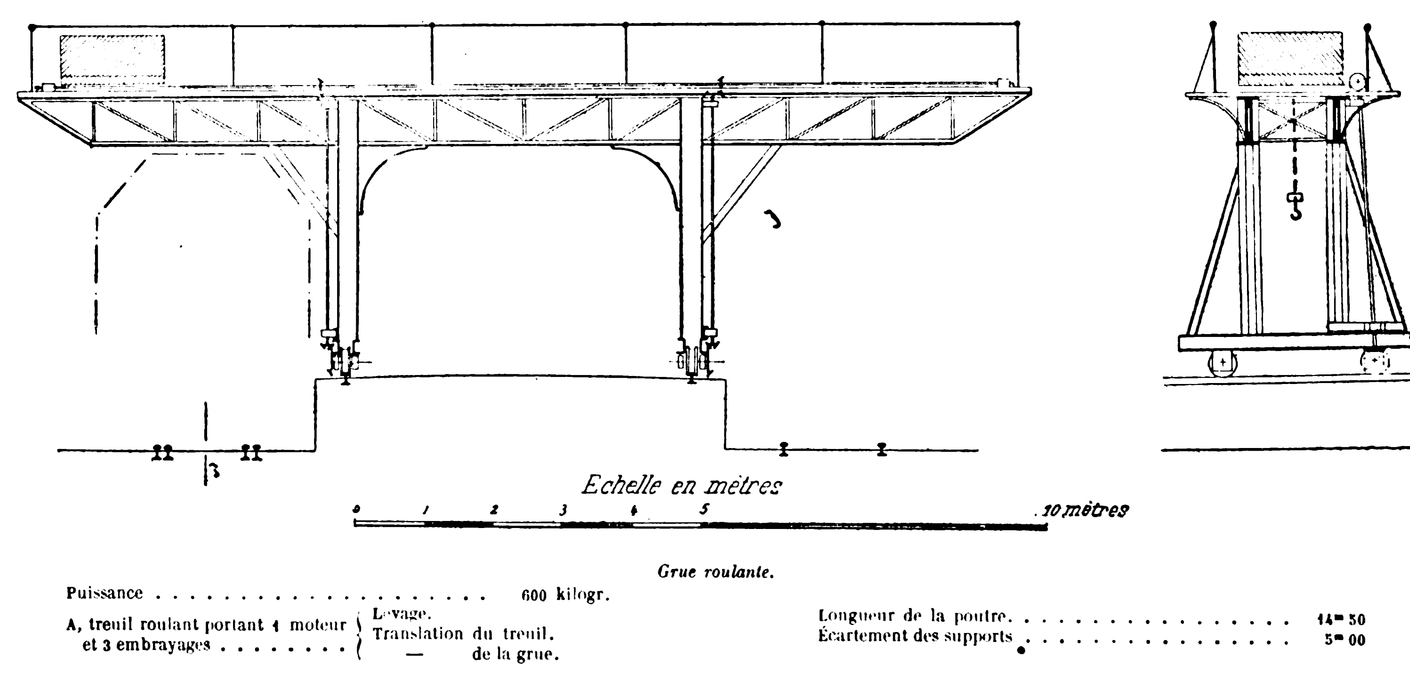
Puissance . . . . 1, 2 ou 3 tonnes.

A, treuil mobile à 2 moteurs : — B, mécanisme pour la translation, à bras, du pont; — C, 2 rhéostats et une poulie de commande.

FIG. 11. — Halle avec charpente en fer recouvrant 2 voies ferrées. Pont roulant de 7m 50 de portée.

La portée des fermes n'est que de 8 mètres et c'est la dimension la plus réduite qu'elles puissent avoir.

Quais découverts. — Comme nous l'avons vu, le transbordement des fûts de vins, des huiles et des graisses, peut s'effectuer sur des quais découverts.



Grue roulante.

Puissance . . . . 600 kilogr.

A, treuil roulant portant 1 moteur et 3 embrayages . . . . { Levage. Translation du treuil. — de la grue.

Longueur de la poutre 14m 50
Écartement des supports 5m 00

FIG. 12 et 13. — Quai découvert de 6 mètres. Grue roulante à avant-bras.

L'emploi des ponts roulants avec avant-bec nous paraît tout indiqué. L'enlèvement des fûts se ferait très naturellement, et l'opération de gerbage serait rapide et facile.

La charge maximum à enlever étant de 600 kilogrammes, l'appareil, comme les précédents d'ailleurs, peut être construit très légèrement, ainsi que l'indiquent les figures 12 et 13. La poutre sur laquelle roule le treuil a 14m 50 de longueur et peut desservir le quai, supposé de 6 mètres, et deux voies ferrées. En munissant de contre-rails l'une des voies et en pavant les abords, on rendra l'accès du quai possible aux charrettes.

Remarques. — Dans ce qui précède, nous n'avons pas établi de distinction, au point de vue du transbordement, entre les marchandises

chargées sur wagons plats et celles expédiées dans des wagons couverts. Il est cependant bien certain que les engins mécaniques ne peuvent prendre directement la marchandise dans des wagons couverts, et on se trouve dès lors dans la nécessité d'amener les colis à bras à la portée des véhicules, pour permettre aux appareils de levage de les prendre. De même, si le rechargement doit se faire dans un wagon couvert, on aura un travail manuel à exécuter. Il y a évidemment là une certaine difficulté qui se présente, puisque l'utilisation des engins mécaniques n'est pas complète et que l'on doit employer des équipes au déchargement comme au chargement d'un wagon couvert. Dans certains cas, l'emploi restreint d'appareils mécaniques pourra être plus onéreux que la manutention exclusive à bras. C'est un calcul à faire pour chaque catégorie de marchandises.

En tout état de cause, l'adoption des appareils mécaniques de manutention impliquerait l'usage de wagons plats qui seraient bâchés ou non, suivant la nature du chargement. On réserverait alors les wagons couverts pour le détail. Nous exprimons là un desideratum qui découle tout naturellement de l'étude que nous poursuivons, et nous n'avons pas la prétention de réformer les usages consacrés par les Compagnies de chemins de fer. D'ailleurs, il est une question de matériel que nous ne pouvons trancher, et il arrivera forcément qu'on aura à disposition, à certains moments, des wagons plats, et à d'autres, au contraire, des wagons couverts; une gare sera donc obligée d'utiliser le matériel qu'elle aura sous la main.

Expéditions et Arrivages. — Dans les gares importantes, il existe des halles d'expédition et des halles d'arrivage.

Dans les halles d'expédition, les colis sont apportés par le public, mis à quai à l'endroit désigné pour la direction que doivent suivre les colis, puis classés, soit par gare, soit par destinations.

Pour les colis d'un certain poids, qui ne peuvent être facilement manutentionnés à bras, on se sert de la grue Nepveu, dont il a été question précédemment, à propos du transbordement des marchandises.

Les engins de manutention ne sont donc utilisables qu'accidentellement dans les halles d'expédition et d'arrivage, où, d'ailleurs, le cabrouet joue un rôle prédominant pour le transport à bras d'hommes de la plupart des colis.

Il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit de pièces importantes qui sont déchargées dans les cours ou sur des quais découverts.

Les Compagnies utilisent pour ce service des engins de diverses catégories, tels que des grues et des treuils fixes ou mobiles.

Nous ne pouvons examiner ici, en détail, toutes les catégories de marchandises qui impliquent l'emploi d'engins mécaniques, et nous nous bornerons à indiquer les appareils dont l'application nous paraît, sinon nécessaire, du moins de nature à faciliter dans une certaine mesure les opérations de chargement et de déchargement.

G. Dumont et G. Baignères,
Ingénieurs des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

HYDRAULIQUE

EMPLOI DES TURBINES A AXE HORIZONTAL
pour la commande des dynamos.

(Planche XIX.)

Les applications de l'électricité ont pris, dans ces dernières années, un développement considérable qui a conduit tout naturellement les Ingénieurs à rechercher, pour les mettre à profit, les nombreuses chutes d'eau réparties à la surface du sol. Dans les premières installations de ce genre on se borna à utiliser les moteurs en usage à cette époque, tels que les roues hydrauliques de tous systèmes, les turbines parallèles à axe vertical, etc.; mais ces appareils primitifs nécessitaient des dispositions compliquées, d'un entretien souvent très coûteux, et pouvant donner lieu à de graves accidents qui occasionnaient, parfois, un long chômage.

D'autre part, l'on sait que, contrairement à ce qui se passe pour les moteurs à vapeur, la plus grosse partie de la dépense afférente à une usine de force hydraulique réside dans les frais d'installation, ceux d'entretien et de conduite des machines se trouvant réduits au minimum. On voit donc combien il est avantageux, tant au point de vue technique qu'au point de vue économique, de diminuer le plus possible les frais d'installation tout en simplifiant et améliorant les moteurs de façon à augmenter leur rendement.

C'est dans cet ordre d'idées que se portèrent les études des Ingénieurs hydrauliciens, lesquels se trouvèrent ainsi amenés à créer des types spéciaux de turbines destinées plus particulièrement à la commande des dynamos. Parmi les nombreux modèles de ce genre, nous citerons les turbines à axe horizontal actionnant directement les dynamos sans l'intermédiaire d'aucune transmission et qui furent établies par les ateliers Brault, Teisset et Gillet, fondés par M. Fontaine, l'inventeur de la turbine qui porte son nom; ces turbines sont aujourd'hui très répandues et nous allons en décrire quelques types choisis parmi les installations les plus récentes.

Le calage de l'induit sur le même arbre, ou tout au moins sur un arbre en prolongement avec celui du moteur, est évidemment des plus simples et des plus rationnels; malheureusement, ce dispositif n'est applicable que pour les chutes d'une hauteur supérieure à 4 mètres car, au-dessous de ce chiffre, la vitesse de la turbine est généralement trop faible, surtout lorsqu'elle est d'une certaine force.

Au contraire, avec des chutes de 8 à 12 mètres, cette disposition devient très facile et, dans ce cas, l'application la plus simple consiste à employer, en la plaçant horizontalement, la nouvelle turbine centripète mixte américaine dont nous avons déjà donné la description dans le *Génie Civil* (1). La turbine est installée dans la chambre même de la dynamo et elle fonctionne alors dans une bâche en tôle placée au-dessus du niveau d'aval; un tube plongeant au-dessous de ce dernier permet néanmoins au moteur d'utiliser la chute totale.

Les figures 1 et 2 montrent l'installation d'une semblable turbine. Un bâti en fer à T ou, ce qui est préférable, en fonte, reçoit la bâche

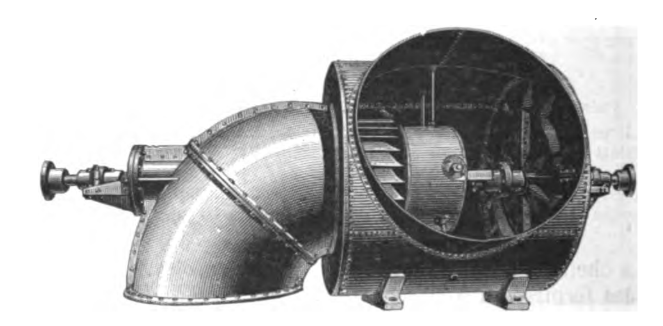


Fig. 1. — Turbine centripète mixte à axe horizontal.

en tôle sur l'un des côtés de laquelle se trouve assemblé le tube de décharge plongeant dans l'eau d'aval; l'arbre de la turbine repose sur deux paliers graisseurs à bague de grande portée et, de plus, pour éviter toute perte d'eau à sa sortie de la bâche, il doit traverser deux presse-étoupes montés sur cette dernière.

L'ouverture et la fermeture de la turbine s'obtiennent très facilement au moyen d'un petit volant à main portant intérieurement un

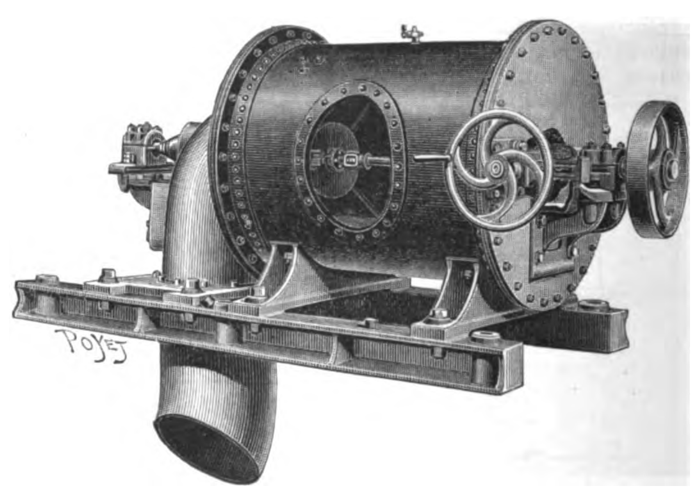


Fig. 2. — Turbine centripète mixte, à axe horizontal, de la force de 45 chevaux.

écrou fixe dans lequel passe l'arbre fileté qui commande l'obturateur; cet arbre traverse également un presse-étoupe à sa sortie de la bâche. L'armature de la turbine, à l'intérieur de la bâche, est très robuste; un trou d'homme permet d'accéder au moteur et de le nettoyer facilement en cas de besoin.

Voici les principales dimensions de la turbine représentée sur la figure 2:

Force	40 à 45 chevaux
Chute	12m700
Débit	355 litres
Vitesse	630 tours

Diamètre du tuyau d'amenée	Mètres.	0,700
Diamètre de la bâche	—	1,100
Longueur de la bâche	—	1,200
Diamètre du tuyau de décharge	—	0,500
Diamètre extérieur du distributeur	—	0,498
Hauteur des aubes	—	0,155
Levée	—	0,028

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVII, n° 9, p. 133.

Diamètre de la turbine	Mètres.	0,330
Diamètre de l'arbre de la turbine	—	0,060
Diamètre de l'arbre de la turbine aux paliers.	—	0,060
Largeur des paliers	Mètres. 0,100 et	0,140
Distance entre les deux paliers	Mètres.	2,390

Le rendement de ces turbines varie entre 80 et 87 °/₀ de la force théorique totale ; ce sont donc d'excellents moteurs qui allient, à une extrême simplicité, une très grande stabilité. Du reste, le plus souvent, afin d'obtenir encore un meilleur résultat, on monte la dynamo et la turbine sur un même bâti venu de fonte d'une seule pièce.

Mais, dans le cas de grandes chutes et pour de forts débits, ces turbines, n'étant pas équilibrées, peuvent donner lieu à des poussées latérales sur l'arbre assez considérables; pour remédier à cet inconvénient, les constructeurs ont imaginé de caler sur un même arbre deux turbines à axe horizontal de sens contraire. La figure 3 représente une turbine établie d'après ce principe.

Ce nouveau type de turbine a été imaginé, il y a quelques années déjà, par la maison Brault, Teisset et Gillet, pour être appliqué dans un cas tout spécial : il s'agissait alors de commander un moulin à cannes devant être actionné par un moteur hydraulique à changement de marche qui permît, en cas de besoin, de faire machine arrière afin de dégager le moulin lorsque les cylindres se trouvaient engorgés et calés par un excès de bagasse.

Ce dispositif ayant fourni de bons résultats, les constructeurs songèrent, tout naturellement, à l'appliquer à la commande directe

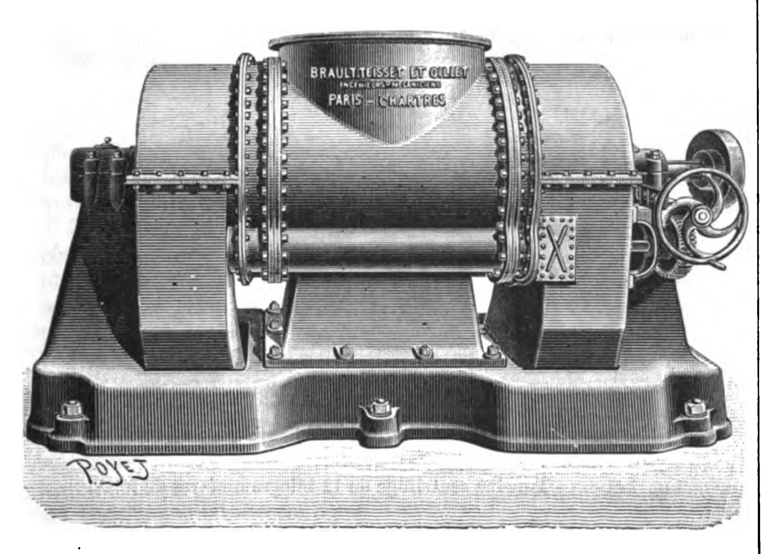


Fig. 3. — Turbine centripète mixte équilibrée, à axe horizontal.

des dynamos. La figure 3 du texte et les figures 1 à 4 de la planche XIX représentent une turbine de ce genre destinée à actionner l'usine de transmission de force électrique de Bourganeuf (Creuse).

Le moteur est établi sur un solide bâti en fonte qui porte, en même temps, la bâche recouvrant les deux turbines et la dynamo qu'elles actionnent. La bâche est close latéralement par les deux distributeurs des turbines, lesquels portent une tubulure centrale permettant de les relier l'un à l'autre au moyen d'un tube en fonte qui sert également d'entretoise et permet d'éviter ainsi toute flexion due à la pression.

Les orifices de ces deux distributeurs ne s'étendent que sur la moitié de leur circonférence, leur ouverture et leur fermeture se règlent au moyen de papillons en bronze rendus absolument étanches, grâce à un ingénieux dispositif de petites rainures creusées sur les surfaces en contact. Les papillons des deux distributeurs opposés sont reliés l'un à l'autre au moyen de tiges en acier et de ressorts puissants, qui permettent d'équilibrer, en grande partie, la pression de l'eau et n'exigent, par conséquent, qu'un très faible effort pour leur manœuvre. Du reste, leur commande se fait très facilement au moyen d'un volant à main monté sur un arbre portant des pignons qui engrènent avec les crémaillères de commande de ces papillons ; cet arbre seul est muni d'un presse-étoupe.

Les deux turbines sont en fonte et frettées en acier; elles sont calées en dehors de la bâche sur l'arbre moteur qui traverse le tube reliant les deux distributeurs; cette disposition permet d'éviter l'emploi de presse-étoupes. Quant à l'arbre moteur, en acier, il se prolonge sur la face extérieure de chaque turbine, traverse, au moyen d'un presse-étoupe, chacune des deux tubulures de décharge et vient reposer sur deux larges paliers munis chacun de trois bagues de graissage. Cet arbre porte, à l'une de ses extrémités, une des moitiés du manchon d'accouplement servant à le réunir avec l'arbre de la dynamo qui se trouve dans son prolongement ; les paliers sont montés sur de robustes bornes venues de fonte avec le bâti.

Les turbines employées sont des turbines parallèles à réaction. Chaque moteur, comportant deux turbines, fournit 225 chevaux avec un débit de 850 litres, sous une hauteur de chute de 29 mètres, évaluée au manomètre sur la bâche et avec une vitesse de 400 tours par minute.

Voici les dimensions principales de ces machines, dont les figures 1, 2 et 3 de la planche XIX représentent les détails :

Diamètre de la bâche	Mètres.	1,100
Longueur	—	1,120
Diamètre moyen du distributeur	—	0,630
Nombre d'orifices utiles répartis en deux secteurs égaux, à droite et à gauche de l'arbre vertical.		14
Levée des orifices	Mètres.	0,018
Largeur des orifices	—	0,100
Diamètre moyen de la turbine	—	0,630
Nombre d'orifices		26
Largeur des orifices	Mètres.	0,120
Hauteur de la turbine	—	0,160
Nombre de tours		400
Diamètre de l'arbre en acier	Mètres.	0,130
— aux parties des paliers	—	0,100
Largeur des paliers	—	0,280

Ces moteurs, qui sont en fonctionnement depuis deux ans, ont fourni d'excellents résultats; leur marche, très régulière, n'a jamais donné lieu à aucun échauffement. Aussi leur emploi paraît-il tout indiqué lorsqu'on veut utiliser de grandes chutes à gros débits et obtenir des vitesses relativement faibles de 4 à 600 tours par minute pou actionner directement les dynamos; car, sous de telles chutes, les turbines centripètes donneraient des vitesses trop considérables qui nécessiteraient l'emploi de transmissions intermédiaires.

Il existe encore un autre cas où les turbines centripètes ne peuvent s'employer : c'est lorsque l'on veut obtenir ces mêmes vitesses de 4 à 600 tours avec un débit très faible et une très grande chute. On peut alors employer soit des roues Pelton, soit des turbines centrifuges dont nous allons étudier quelques types.

La figure 4 représente une turbine pouvant fournir 50 à 60 chevaux

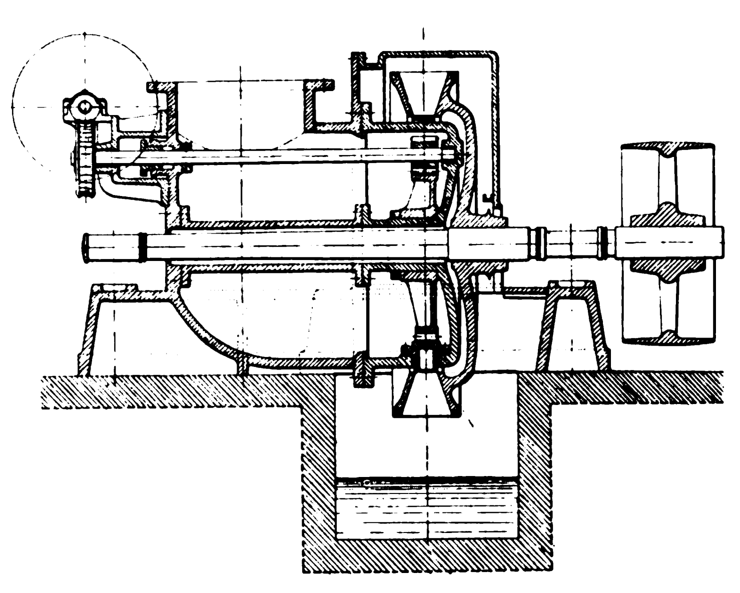


Fig. 4. — Turbine centrifuge, à axe horizontal, de 100 chevaux de force

sous une chute de 100 mètres et avec une vitesse de 700 tours par minute. Le moteur se compose d'un tube d'amenée d'eau formant bâti et assemblé avec le distributeur; ce dernier porte une tubulure reliée au coude du tuyau, ce qui entretoise ces deux points et permet d'éviter toute flexion du distributeur, lequel comporte, à sa partie inférieure, un certain nombre d'orifices calculés suivant le débit et dont l'ouverture et la fermeture se règlent au moyen d'un obturateur circulaire.

Cet obturateur tourne autour de la tubulure centrale, sa manœuvre se fait de l'extérieur au moyen d'un volant à main commandant, par l'intermédiaire d'une vis sans fin, l'arbre qui porte le pignon engrenant avec la crémaillère de l'obturateur.

La turbine, à moyeu déporté, est calée sur un arbre en acier reposant sur deux paliers à bague, montés le plus souvent sur un solide bâti en fonte qui entoure la turbine; une bâche en fonte empêche l'eau de se déverser dans la salle et la renvoie dans le canal d'aval.

Les principales dimensions de cette turbine sont les suivantes :

Diamètre moyen du distributeur	Mètres.	0,696
Largeur des orifices	—	0,040
Levée	—	0,010
Nombre		5
Diamètre moyen de la turbine	Mètres.	0,700

Largeur de la turbine	Mètres.	0,060
Nombre d'orifices		44
— de tours		700
Débit de la turbine	Litres.	60,00
Hauteur de chute	Mètres.	100,00
Force de la turbine en chevaux-vapeur		50 à 60
Diamètre de l'arbre	Mètres.	0,090
— — dans les coussinets	—	0,070
Largeur des coussinets	—	0,140

Si le débit de la chute est encore moins considérable, le tuyau d'amenée présente, naturellement, un diamètre encore beaucoup plus faible. On peut, dans ce cas, adopter la disposition représentée figure 5, c'est-à-dire faire passer l'arbre de la turbine au-dessus de ce tuyau d'amenée, le distributeur se réduit alors à un secteur tronqué faisant suite à ce tuyau, et portant les orifices nécessaires à l'admission de l'eau ainsi qu'au logement de l'obturateur. Cette dernière pièce est

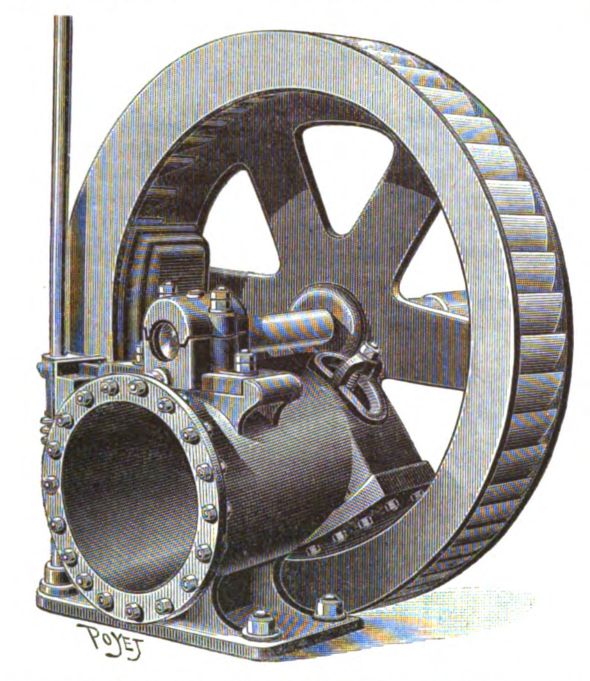


Fig. 5. — Turbine centrifuge à axe horizontal et distributeur partiel de 40 chevaux de force.

alors dissymétrique par rapport au plan vertical passant par l'arbre du moteur. Quant au reste de l'installation, il est semblable à celle que nous avons décrite plus haut. Deux turbines de ce type ont été appliquées pour la commande par courroies des dynamos servant à éclairer une partie de la ville de Fort-de-France, à la Martinique; en voici les caractéristiques essentielles :

Diamètre moyen du distributeur	Mètres.	0,896
Largeur des orifices	—	0,030
Levée —	—	0,027
Nombre —		6
Diamètre moyen de la turbine	Mètres.	0,900
Largeur des orifices	—	0,050
Nombre des orifices		36
— de tours		400
Débit de la turbine	Litres.	100,00
Hauteur de chute	Mètres.	50,00
Force de la turbine en chevaux-vapeur		40
Diamètre de l'arbre	Mètres.	0,080
— — dans les coussinets	—	0,080 et 0,060
Largeur des coussinets	—	0,160 et 0,120

La figure 6 représente une autre turbine du même type établie pour un débit encore plus faible : elle est également montée sur un bâti en fonte; la bâche qui doit la recevoir pour éviter les rejaillissements de l'eau est supposée enlevée.

Enfin, pour terminer, nous donnerons la description d'une petite turbine, de dimensions excessivement réduites, établie sur le même principe que les précédentes et destinée à fournir un effort peu considérable lorsque l'on veut utiliser, par exemple, pour les besoins domestiques, la pression des conduites d'eau des villes. Ces petits moteurs, qui peuvent servir à actionner des dynamos, des ascenseurs, des machines à coudre, des monte-plats, etc., sont très employés à l'étranger; malheureusement leur application ne peut se répandre en France, pour le moment, du moins, par suite de l'obligation où l'on se trouve de placer généralement un compteur d'eau à l'entrée des conduites dans les maisons. Il semble pourtant qu'il serait très facile de placer le compteur à la sortie seulement du moteur, car ce dernier se trouvant absolument fermé de toutes parts, ne peut permettre aucune fraude.

La mise en marche de la turbine se fait au moyen d'un simple levier relié à l'obturateur agissant sur le distributeur. La turbine tout entière est placée à l'intérieur d'une bâche en fonte, absolument étanche;

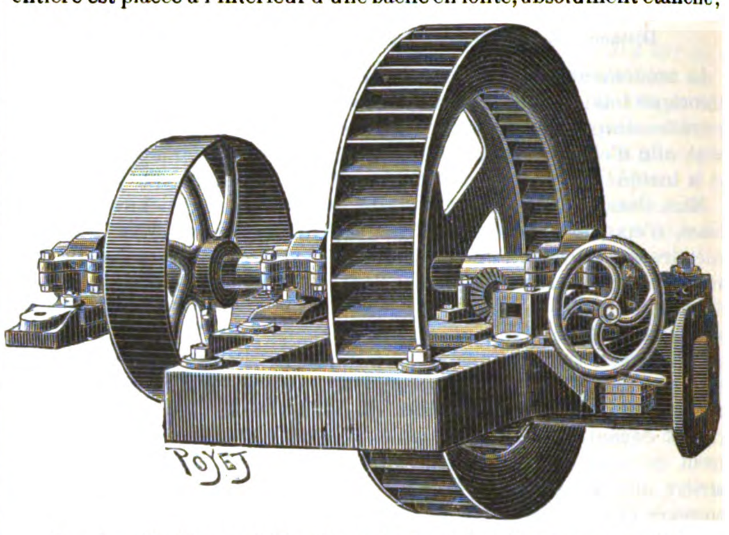


Fig. 6. — Turbine centrifuge à axe horizontal et distributeur partiel.

l'eau s'évacue à la partie inférieure par un tuyau que l'on peut boulonner sous la base de la turbine.

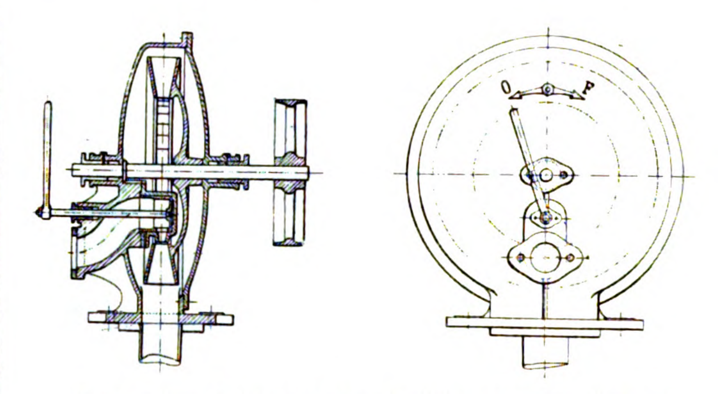


Fig. 7 et 8. — Turbine centrifuge de 12 kilogrammètres de force.

Les principales dimensions du type représenté sur les figures 7 et 8 sont les suivantes :

Diamètre moyen du distributeur	Mètres.	0,197
Nombre d'orifice		1
Largeur de l'orifice	Mètres.	0,008
Diamètre de la turbine	—	0,200
Nombre d'orifices		26
Largeur	Mètres.	0,018
Diamètre du tuyau d'amenée	—	0,040
Hauteur de chute	—	50,00
Débit de la turbine	Litres.	0,4
Force	Kilogrammètres.	12
Diamètre de l'arbre moteur	Mètres.	0,018
Nombre de tours		1 375

Nous nous sommes borné, dans cette étude d'ensemble, à l'examen des moteurs destinés à l'utilisation des hautes chutes, nous réservant de la compléter ultérieurement par la description des turbines à basse et moyenne chute. Cependant, on voit dès maintenant que, grâce aux efforts de nos constructeurs français, il est possible aux Industriels et aux Ingénieurs, de résoudre, dans les meilleures conditions possibles et sans recourir à l'industrie étrangère, toutes les questions relatives à l'utilisation des chutes d'eau pour la commande des dynamos, soit par accouplement direct, soit par transmission.

Albert Butin,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

TRAMWAYS

LA TRACTION ÉLECTRIQUE A PARIS

Une importante discussion sur *La traction mécanique dans Paris*, vient d'avoir lieu à la Société internationale des Électriciens. Notre collaborateur, M. Henri Maréchal, Ingénieur des Ponts et Chaussées et de la 1re section des Travaux de la Ville de Paris, a fait à cette occasion [1] une communication

(1) *Société internationale des Électriciens*, séance du 6 janvier 1897.



sur la *traction électrique*, dans laquelle il a surtout fait valoir certaines considérations qui doivent, d'après lui, guider les constructeurs et les électriciens dans le choix des divers systèmes de tramways électriques à étudier ou à proposer pour Paris. Nous reproduisons ici l'intéressante communication de M. Maréchal.

Les *tramways à conducteurs aériens* se recommandent par une grande simplicité d'installation; mais ils ne peuvent être acceptés partout, attendu que beaucoup de nos voies ne sont pas, comme en Amérique, tracées au cordeau et que, par suite, on serait obligé de faire subir au conducteur aérien des changements de direction fréquents, ce qui multiplierait les fils transversaux..... le point noir du système.

Mais, certains de nos boulevards pourraient, sans le moindre inconvénient, recevoir une canalisation aérienne.

Considérons, en particulier, les boulevards extérieurs, dont une partie est constituée comme il suit (fig. 1) : au milieu, un grand terre-plein, planté sur les rives et muni d'un passage central bitumé, pour les piétons; de part et d'autre du terre-plein, deux chaussées pour les voitures; puis, deux trottoirs à droite et à gauche, le long des maisons.

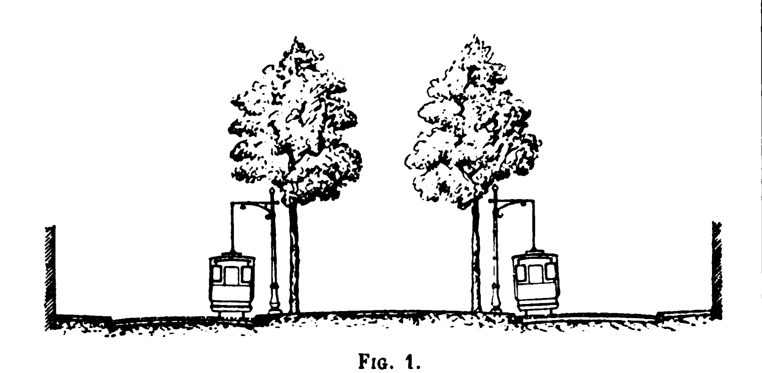


Fig. 1.

Il est bien évident que si l'on plaçait des conducteurs aériens sur les côtés du terre-plein, en les soutenant par des poteaux-consoles, on obtiendrait ce double résultat : c'est que les poteaux ne nuiraient nullement à la perspective, attendu qu'ils se profileraient sensiblement sur la ligne des arbres; c'est ensuite que le fil de trolley serait à peine visible puisqu'il se projetterait sur le fond noir et confus formé par la masse des plantations. On voit, en outre, que les poteaux ne pourraient nuire à la circulation des piétons, puisque ceux-ci disposeraient toujours du passage central. Enfin, les voitures, pouvant passer et stationner le long des maisons, ne gêneraient pas le tramway dans sa marche et lui permettraient de réaliser une vitesse compatible avec un bon rendement économique.

On crie beaucoup contre les tramways à trolley, ou à archet (je dis trolley pour la commodité du langage), mais, dans cette croisade, il y a généralement plus de parti pris que de raison.

Je tiens à la beauté de Paris, par sentiment et par devoir professionnel, autant que n'importe qui; mais je n'hésite pas à reconnaître que, dans certaines voies, le conducteur aérien serait parfaitement admissible. Et c'est avec une réelle satisfaction que j'ai vu le Conseil général et le Conseil municipal revenir sur leurs anciennes préventions et accorder récemment à la Compagnie parisienne de Tramways, sur le rapport éclairé de M. Puech, l'autorisation d'installer une canalisation aérienne sur l'avenue Daumesnil.

Il est vrai que la question d'esthétique n'est pas seule à considérer.

On a parlé de la chute possible du conducteur aérien sur la voie publique. Mais ces chutes sont excessivement rares. Si les Américains ont laissé les Compagnies installer des milliers et des milliers de kilomètres de fils de trolley au-dessus de leurs rues, c'est assurément parce que l'expérience a démontré que des conducteurs aériens, entretenus et surveillés convenablement, ne se rompaient que dans des cas tout à fait exceptionnels.

On a dit qu'à Boston on s'était ému de cette éventualité, et que la municipalité avait décidé qu'en 1900 les canalisations aériennes seraient remplacées par des canalisations souterraines. Ce que l'on a demandé, d'après mes renseignements, et rien n'est plus raisonnable, c'est que les feeders fussent souterrains. C'est là une mesure qui se justifie amplement, puisqu'il s'agit de câbles, souvent gros comme le bras, et qui pourraient être, d'ailleurs, difficilement supportés par les poteaux. Au surplus, dès 1895, la West End Street C°, qui est la plus puissante Compagnie de Boston, avait déjà effectué d'elle-même cette transformation sur un très grand nombre de points.

Insisterai-je également sur les décompositions électrolytiques que peuvent provoquer les courants de retour? Mais, à ce point de vue, nous sommes, à Paris, dans une bien meilleure situation que les villes américaines, attendu que nos conduites d'eau sont toujours posées en égout et que, sur les voies larges, c'est-à-dire sur celles qui sont surtout susceptibles de recevoir des tramways, les conduites de gaz sont placées sous les trottoirs. D'ailleurs, je considère que l'on peut, en profitant de l'expérience acquise, se mettre facilement à l'abri de ces décompositions. En Amérique, sur les nouveaux réseaux, quoi qu'on en dise, il ne s'en produit pas du tout ou presque pas.

Paris va détenir le record de la *traction par accumulateurs*. Ce système est séduisant, mais il n'est pas très économique. Cependant la Compagnie des tramways de Paris et du département de la Seine paye maintenant la voiture-kilomètre à raison de 0 fr. 40 seulement, alors que ce prix s'élevait à 0 fr. 50 avec les anciennes voitures, et à 0 fr. 60 avec la traction par chevaux. C'est un prix analogue qui lui est garanti sur les lignes que l'on est en train d'équiper avec les nouveaux accumulateurs Tudor dits *à charge rapide*. Ces accumulateurs resteront à demeure sur les batteries et seront chargés en un quart d'heure, pendant le stationnement des voitures au point terminus.

Je regrette que l'on n'ait pas profité de ces installations nouvelles pour appliquer le *système mixte à accumulateurs et à trolley*, qui donne de si bons résultats à Dresde et à Hanovre. On eût, par exemple, appliqué le trolley « extra muros » et dans les rues voisines des fortifications, et réservé les accumulateurs pour l'intérieur même de Paris.

Il y a là, je crois, une combinaison qui faciliterait singulièrement l'introduction du trolley dans la capitale; car, aux points délicats, c'est-à-dire aux carrefours, dans les courbes et sur les places, on pourrait suppprimer les conducteurs aériens et marcher exclusivement à l'aide des accumulateurs.

Il ne serait pas mauvais non plus qu'une voiture pût, avec ses propres moyens, dérailler et contourner un obstacle imprévu, comme il s'en produit si fréquemment dans Paris.

Enfin, on peut faire valoir que le régime de l'usine se trouverait sensiblement amélioré, car les batteries corrigeraient les inégalités de consommation des voitures.

J'aurais voulu présenter, à ce sujet, le diagramme des voitures de Dresde et de Hanovre; mais je n'ai pu me procurer que celui d'une usine, pour laquelle les accumulateurs ne sont plus sur les voitures, mais à poste fixe dans l'usine. Au point de vue de la marche des machines, le résultat est le même et c'est pour cela que ce diagramme est intéressant à consulter.

Le diagramme (fig. 2) se rapporte à la ligne de Zurich à Hirslanden. La ligne sinueuse représente la consommation de la ligne; on voit qu'elle fait des bonds désordonnés qui la poussent jusqu'à 210 ampères. Au contraire, la dynamo se tient, avec une sérénité presque parfaite, aux environs de 90 ampères. Avec une batterie, on peut donc réaliser une économie sensible de matériel en même temps que l'on fait travailler les machines dans de bien meilleures conditions.

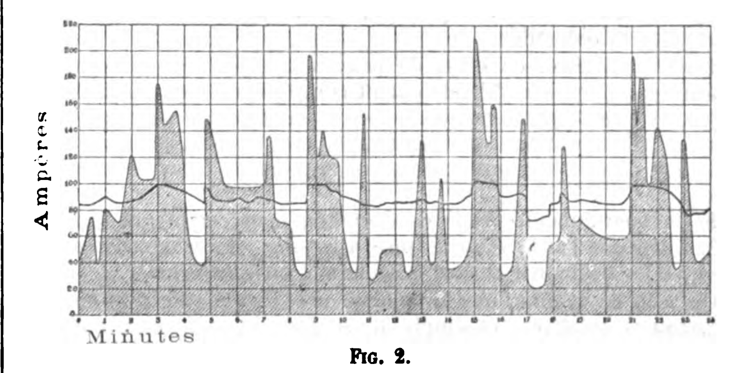


Fig. 2.

La traction mixte par accumulateurs et par trolley paraît donc, en somme, pouvoir rendre de très sérieux services. On peut objecter que l'on doit ainsi remorquer un poids mort considérable; mais il me semble qu'avec des accumulateurs à régime aussi élastique que ceux que l'on fait aujourd'hui, une batterie de 1 000 kilogr. à 1 500 kilogr. serait suffisante. Ce serait une surcharge relative peu considérable, puisque les voitures ordinaires pèsent bien, voyageurs compris, de 8 à 9 tonnes.

Les *tramways à conducteurs établis au niveau du sol* échappent aux critiques que l'on adresse, au nom de l'esthétique, aux tramways à conducteurs aériens. Mais, avec eux, il faut se préoccuper de la conservation des plots ou des pavés de contact, ainsi que du fonctionnement des distributeurs. Le tramway de la place de la République à Romainville (1) qui est en service depuis le 1er juin dernier, a eu, au début, quelques accrocs. Mais il marche aujourd'hui avec une régularité suffisante, les accidents se réduisant à de simples ratés (un raté environ sur 125 voyages) qui immobilisent momentanément tel ou tel distributeur. Les recettes, et je tiens à les citer pour montrer ce que peut donner la traction électrique dans Paris, sont très satisfaisantes. Elles sont, pour la partie de la ligne comprise entre la place de la République et les fortifications, sur le pied de 100 000 francs par kilomètre et par an, ce qui correspond à une recette, par voiture-kilomètre, de 1 fr. 30.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 19, p. 289.

Restent les *caniveaux*.

Si l'on considère les caniveaux américains, on les trouve placés dans l'axe de la voie, ce qui ajoute une troisième bande de fer à celles qui sont déjà formées par les rails.

Cette disposition, qui n'est pas recommandable au point de vue de la viabilité, s'est imposée pour deux raisons : la première, c'est que l'on a pu appliquer ainsi, sans grand effort d'imagination, à la traction électrique, les caniveaux déjà étudiés pour les funiculaires ; la seconde est que l'on a voulu réaliser un ensemble bien symétrique, de manière à avoir des voies parfaitement assises, ce qui paraissait indispensable, en raison du mauvais sous-sol des rues.

A Paris, où nous établissons les voies avec un si grand soin et où nous ne sommes liés par aucune tradition aux caniveaux de funiculaire ; nous ne voulons pas de caniveau central. Il faut donc prendre les rails de roulement eux-mêmes pour former les rails de rainure.

Avec le réseau d'égouts dont nous disposons, le nettoyage des caniveaux ne peut présenter de difficultés sérieuses. Mais je dois appeler l'attention des constructeurs sur une sujétion assez spéciale à Paris. Il s'agit de la poussée du pavage en bois. Cette poussée, qui culbute souvent les bordures de trottoirs, tend à rapprocher, avec une grande force, les deux bords de la rainure. On en a eu un exemple, rue de Châteaudun, où, malgré les précautions prises, le caniveau d'essai de la Société nouvelle d'Électricité s'est rétréci de quelques millimètres. De ce chef, il faudra prévoir des ossatures excessivement résistantes. Cela sera beaucoup plus prudent que de donner au début à la rainure un excédent de largeur, sauf à compter sur l'élasticité du caniveau et la poussée du pavage pour ramener la rainure à 29 millimètres, largeur maximum adoptée à Paris.

Doit-on placer les conducteurs dans un simple caniveau ou dans une galerie visitable ?

Voyons d'abord la dépense :

Un caniveau coûte, sans la voie, de 80 000 francs à 100 000 francs par kilomètre. Pour une ligne à double voie, il faut deux caniveaux, soit une dépense de 160 000 francs à 200 000 francs.

Une galerie visitable coûte environ 230 000 francs par kilomètre, mais cette galerie peut desservir à la fois les deux voies. Pour une ligne à double voie, celle-ci n'est donc pas beaucoup plus chère que le caniveau. D'ailleurs son prix est, comme nous allons le montrer, parfaitement réductible.

Est-il nécessaire, en effet, de pouvoir circuler dans une galerie comme dans un égout ? Évidemment non. Ce qu'il faut, c'est pouvoir inspecter et nettoyer fréquemment les isolateurs, car la plupart des ennuis proviennent de ces organes, soit qu'ils cassent, soit qu'ils brûlent, soit qu'ils se couvrent de poussières ou de balayures conductrices.

Il y a bien aussi les rails conducteurs, mais comme ils peuvent être introduits par la rainure, juste à la place qui leur convient, on n'a qu'à les boulonner sur les isolateurs et qu'à les éclisser.

On voit, en somme, que la besogne que l'on a à effectuer dans un caniveau est relativement simple. Il est, dès lors, parfaitement admissible qu'elle pourra être exécutée par un ouvrier circulant assis sur un chariot bas. Dans ces conditions, une hauteur de 0m 90 avec une largeur de 0m 70 est suffisante.

Considérons, d'autre part, l'espace longitudinal à réserver pour le passage des conducteurs. Puisque nous pouvons visiter les isolateurs et même profiter de l'espace disponible dans la galerie pour les placer en dehors du canal, on peut réduire celui-ci au minimum et, par suite, diminuer le porte à faux de la rainure. On restreindra, de cette façon, les risques de rétrécissement de la fente, tout en simplifiant notablement l'infrastructure.

Une galerie ainsi construite n'aurait guère que 1m 20 de profondeur au-dessous du sol. Elle serait sensiblement plus économique que la grande galerie visitable, préconisée par M. Holroyd Smith, et elle aurait l'avantage de ne pas atteindre, la plupart du temps, les égouts, quand ceux-ci sont placés sous les voies. Or, pour la ligne de la place Cadet à la porte de Montmartre, on prévoit, avec la grande galerie visitable, pour approfondissement ou transformations d'égouts, une somme dépassant 100 000 francs par kilomètre.

Il est certain, d'autre part, que le coefficient de sécurité que l'on obtiendrait ainsi serait bien plus élevé qu'avec le caniveau, même muni de tampons de visite et de regards. Je dois dire, d'ailleurs, que ces tampons et ces regards n'embellissent pas précisément la chaussée, alors même qu'ils sont recouverts par des pavés de bois.

J'ai parlé, tout à l'heure, du *système mixte à trolley et à accumulateurs*.

On peut lui opposer le *système mixte à trolley et à conducteur souterrain*.

C'est une affaire d'espèce et de tracé.

Il me semble que, si l'on doit abandonner fréquemment le fil aérien, les accumulateurs sont préférables. Au contraire, s'il ne s'agit que de franchir deux ou trois points particuliers, on aura économie à s'adresser au caniveau.

Une autre question doit également être envisagée : c'est celle de la commodité de l'exploitation.

Il est clair que, dans le système mixte à accumulateurs et à trolley, on peut abandonner et reprendre le fil aérien sans trop se préoccuper des points de passage. Si l'on tire trop tôt ou trop tard sur le trolley, la batterie est toujours là pour fournir le courant nécessaire. D'autre part, on n'a pas besoin, quand on rejoint le fil aérien, de remettre le trolley en place, juste en un point précis.

Avec le trolley associé au caniveau, la commodité est certainement moins grande.

A Washington, le changement se fait de la façon suivante : Sur une dizaine de mètres environ la ligne est à la fois à caniveau et à conducteur aérien. Dans cette partie on a installé, sous et dans l'axe de la voie, une petite fosse dans laquelle pénètre un ouvrier. La voiture se place juste au-dessus et s'arrête. L'ouvrier accroche l'appareil de prise de courant et le tramway repart, en s'aidant encore du fil aérien. Les conducteurs souterrains forment un évasement qui facilite l'entrée du frotteur. Dès qu'ils sont atteints, on tire sur le trolley et on l'amarre avec une corde, de façon à empêcher ses oscillations.

A Berlin (où il existe aussi des lignes à conducteur souterrain et à trolley), l'appareil de prise de courant est mis en place par le conducteur même de la voiture. Mais il n'en faut pas moins passer de l'un à l'autre système en des points parfaitement déterminés. Or, s'il n'est pas difficile d'abandonner le fil aérien, il n'est pas toujours commode de le rattraper avec le trolley, surtout quand il fait nuit.

Les tramways ne peuvent pas, à eux seuls, résoudre, à Paris, la question des transports en commun. Il y a des voies très fréquentées où, en raison de l'intensité de la circulation, un tramway électrique rendrait moins de services qu'un omnibus à chevaux. C'est une situation analogue que l'on rencontre à Londres, dans la Cité. Pour ces voies, il faut absolument passer sous la chaussée et l'on arrive ainsi à la conception d'un métropolitain souterrain.

Un projet de métropolitain vient d'être adopté par le Conseil municipal de Paris (1). Je n'ai pas l'intention de m'arrêter sur les détails du projet. Pour le moment, je ne retiendrai que ce fait : c'est que tout le monde est d'accord pour reconnaître que le seul système de traction possible est la traction par l'électricité (2). Et, soit que l'on adopte des locomotives électriques, comme à Londres et à Baltimore, soit, ce qui est plus probable, que l'on emploie des automobiles, comme à Liverpool, Nantasket-Beach et Chicago, on peut être sûr que l'on pourra faire face aux exigences du service le plus compliqué et le plus chargé.

Je me bornerai à ces indications. Ma conclusion et ma conviction, c'est que les procédés actuels de la traction électrique sont maintenant suffisamment variés pour répondre victorieusement à toutes les objections qu'on peut leur opposer à Paris.

Évidemment, nous assistons à tant de découvertes qu'il serait certainement hasardé de prétendre qu'en dehors de l'électricité il ne peut y avoir de salut. Mais, actuellement, on ne saurait faire mieux.

A quel choix devra-t-on s'arrêter ?

En ce qui me concerne, et en me plaçant au seul point de vue technique, je pencherais pour la répartition ci-après :

Pour les lignes intérieures et à grande circulation, comme celle, par exemple, qu'il est question d'établir entre la gare Saint-Lazare et la place de la République par la nouvelle rue Réaumur, le caniveau visitable à section réduite ;

Au contraire, pour les lignes de pénétration ou pour celles qui empruntent des voies comparables aux boulevards extérieurs, le conducteur aérien avec le caniveau ou des accumulateurs pour les passages difficiles et les grandes voies de l'intérieur.

J'élimine, pour le moment, les tramways à conducteurs établis au niveau du sol. J'estime, en effet, que l'essai qui en a été fait est de trop courte durée. Si ces tramways réussissent, comme je l'espère, ils seront d'un appoint précieux pour le développement de la traction électrique à Paris. Mais cette traction peut se faire avec eux ou sans eux.

En ce qui concerne le système d'exploitation, je préfère de beaucoup, pour mon compte, une exploitation intensive, avec départs rapprochés. Il est évident, en effet, que le public aimera beaucoup mieux avoir, par exemple, des voitures partant toutes les deux à trois minutes, que des trains de quatre à cinq voitures partant tous les quarts d'heure.

On objecte qu'avec un service trop accéléré on diminuera l'effet utile des rues, attendu que les voitures ordinaires n'oseront plus s'engager sur les voies de tramways. Cela n'est nullement prouvé, car dans les rues très fréquentées, les lignes de circulation sont éminemment variables et mobiles. On fait valoir également que nos rues ne peuvent être traitées comme les rues américaines, où les voitures seraient fort rares. Mais, sur l'artère de New-York, *Broadway*, la circulation est au moins aussi intense que sur nos grands boulevards, ce qui n'empêche pas les tramways d'y circuler à des intervalles très

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 5, p. 67.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 1, p. 3.



rapprochés, et encore s'agit-il de tramways funiculaires, c'est-à-dire de tramways présentant une souplesse d'exploitation moindre que les tramways électriques.

Je ne prétends pas, d'ailleurs, qu'il faille pousser le système à l'excès et réaliser comme une sorte de noria enlevant les voyageurs d'une façon continue. Nous avons été si peu gâtés par les Compagnies, à ce point de vue, que nous consentirions bien à attendre le tramway pendant quelques instants. L'objectif doit être la suppression des bureaux de correspondance, qu'on ferait mieux d'appeler les bureaux d'attente, et la certitude, pour le public, de trouver de la place dans le plus prochain tramway. On n'y arrivera évidemment que par un service accéléré.

On s'est décidé, sur certaines lignes, à arrêter les voitures, non à la demande des voyageurs, mais en des points déterminés. C'est un système qui paraît devoir être généralisé, car il permet d'augmenter sensiblement la vitesse moyenne des voitures.

C'est ainsi que l'on procède presque partout en Amérique. Mais, en raison de la disposition des rues, la règle suivie pour les arrêts est plus simple que chez nous. On sait, en effet, que, dans les villes américaines, les rues se coupent généralement à angle droit, les parties construites formant des carrés appelés *blocs*, de largeur sensiblement constante. On doit, en principe, s'arrêter à l'angle de chaque bloc. Mais, comme au point de vue de l'encombrement des rues il vaut mieux ne pas avoir à démarrer en plein carrefour, l'arrêt se fait toujours de l'autre côté du carrefour, par rapport au sens de la marche.

J'aurais bien encore à examiner la question du matériel roulant et à voir, par exemple, si nous ne devons pas renoncer à nos voitures à impériale, si peu confortables, pour adopter des voitures plus légères, fermées en hiver, découvertes en été. Mais ce sont là des questions accessoires, que l'on peut provisoirement laisser de côté.

Ce qui est certain, c'est que, grâce à la traction électrique, nous avons enfin la clef de ce problème si souvent posé de la réforme de nos transports en commun.

Assurément il n'y a pas que le côté technique à envisager, et bien d'autres considérations compliquent un peu la solution. Mais le public, qui n'a pas à s'immiscer dans ces détails, comprendrait difficilement qu'on lui refusât plus longtemps un mode traction qui non seulement a fait ses preuves, mais qui a donné, on peut le dire sans exagération, des résultats merveilleux.

Henri Maréchal,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

UTILISATION DES COMBUSTIBLES

(Suite [1].)

Préparation du gaz à l'eau. — Lorsque la vapeur d'eau passe sur du charbon de bois ou du coke maintenu à la température de 1 000° environ, elle se décompose en attaquant le charbon, et produit un mélange d'hydrogène et d'oxyde de carbone à équivalents égaux, et d'ailleurs aussi à volumes égaux.

En supposant que l'on opère sur 9 kilogrammes d'eau contenant 1 kilogramme d'hydrogène, on consomme pour la réduction 6 kilogrammes de carbone et l'on obtient :

1	kilogramme d'hydrogène, occupant à 0° un volume de et pouvant produire 34 462 calories.	$11^{m^3}20$
14	kilogrammes d'oxyde de carbone, occupant à 0° et pouvant produire 78 498 calories.	$11^{m^3}20$

Mais l'opération exige une consommation de chaleur égale à la différence entre 34 462 calories absorbées par la décomposition de l'eau et 14 831 calories produites par l'oxydation partielle de 6 kilogrammes de carbone; soit un déficit de 19 631 calories.

On pourrait fournir cette chaleur par chauffage extérieur d'une cornue, comme on le fait dans les laboratoires, mais les pertes de chaleur sont énormes dans ce cas, et l'opération ne serait pas économique. On obtient au contraire d'excellents résultats en produisant la chaleur nécessaire par la combustion simultanée d'un excès de carbone, c'est-à-dire en envoyant au foyer un mélange de vapeur d'eau et d'air, ce dernier pour brûler du carbone. Comme le but est ici d'avoir le gaz le plus combustible possible, l'air doit être envoyé en quantité juste suffisante pour qu'il ne se produise que très peu d'acide carbonique. Mais, de plus, il faut que la température soit maintenue partout à 1 000° pour que la réduction s'opère bien. Sur ces bases et en supposant qu'il ne se produise que de l'oxyde de carbone, sans perte de chaleur extérieure, nous allons calculer les conditions de cette préparation industrielle, en partant de 9 kilogr. d'eau.

[1] Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 18, p. 282.

Le poids de carbone consommé se compose de 6 kilogr. destinés à la réduction et de p^k destinés à maintenir la température à 1 000°. Ces derniers consomment $p\frac{8}{6}$ kilogr. d'oxygène pour se transformer en oxyde de carbone, et cet oxygène est accompagné de $p \times 3^{kg}33$ d'azote.

Les produits de la combustion comprennent :

1 kilogr. d'hydrogène provenant de la décomposition de l'eau;
14 kilogr. d'oxyde de carbone provenant de la réduction;
$p\left(s + \frac{8}{6}\right)$ kilogr. d'oxyde de carbone provenant de la combustion;
$p \times 3{,}33$ kilogr. d'azote provenant de l'air insufflé.

La quantité de chaleur absorbée par la réduction est 19 631 calories et la combustion en produit $p \times 2\,473$; en outre, les gaz précités sortent de l'appareil à la température de 1 000°, en sorte que l'équilibre calorifique comprend :

$$p \times 2\,473 = 19\,631$$
$$+ \left[1 \times 3{,}41 + \left(14 + \frac{14}{6}p\right) \times 0{,}245 + 3{,}33\,p \times 0{,}244\right] 1\,000$$

d'où l'on tire :

$$p = \frac{26\,471}{1\,074{,}48} = 24^{kg}\,63.$$

Ainsi, la quantité de charbon à brûler est au moins quadruple de celle qui sert à la décomposition.

La chaleur emportée par les gaz est 41 285 calories, soit 14,6 %. On peut en récupérer une partie, soit en les employant tout chauds, soit en les utilisant pour vaporiser l'eau et surchauffer la vapeur et l'air appelé avant leur introduction dans le foyer. En supposant la récupération parfaite dans ce dernier mode, la quantité p deviendrait :

$$p = \frac{19\,631}{2\,473} = 7^{kg}\,94.$$

Dans le premier cas, le gaz contiendrait :

	1	kilogr. hydrogène pouvoir calorifique		34 462 cal.
$14 + \frac{14}{6} \times 24{,}63 =$	72,964	oxyde de carbone	—	175 332 —
	82,018	azote	—	0 —
	155.982	kilogr. gaz pauvre	—	209 794 cal.

La teneur en hydrogène est 0,64 % et le pouvoir calorifique 1 346 calories.

Dans le second cas, le gaz renfermerait :

	1	kilogr. hydrogène pouvoir calorifique		34 462 cal.
$14 + \frac{14}{6} \times 7{,}94 =$	32,526	oxyde de carbone	—	78 160 —
	26,440	azote	—	0 —
	59,966	kilogr. gaz pauvre	—	112 622 cal.

La teneur en hydrogène est de 1,67 % et le pouvoir calorifique 1877 calories.

Comme terme de comparaison, remarquons que le gaz pauvre obtenu en brûlant le carbone par l'air sec fait seulement de $\frac{5\,603}{6{,}76} = 829$ calories.

On voit ici nettement l'intérêt qui s'attache dans la pratique à ajouter de la vapeur d'eau à l'air d'un gazogène, mais on n'arrive pas à une récupération parfaite, à cause des pertes de chaleur, en sorte que la consommation de carbone est généralement plus que triple de celle qui suffirait à réduire la vapeur; la teneur en hydrogène (sauf celui qui proviendrait du combustible lui-même) arrive difficilement à 1 % et de plus le gaz contient toujours un peu d'acide carbonique; en sorte que le poids de vapeur décomposée est d'environ le dixième du poids de l'air admis, et que le pouvoir calorifique n'atteint pas 1 400 calories. Telles sont les données à admettre dans l'organisation d'une fabrication de gaz pauvre.

Avec une récupération parfaite, il n'y aurait aucune quantité de chaleur perdue dans la transformation, et en effet la somme que nous avons trouvée 112 622 calories est égale au produit 8 080 × 13,94 = 112 635, sauf la petite différence provenant des fractions négligées. Mais en fait on perd toujours au moins 20 000 calories, soit 15 % du carbone consommé.

Le gaz à l'eau le mieux préparé, tenant 1 % d'hydrgène, 43,28 d'oxyde de carbone et 55,72 d'azote, a pour densité 0,96 et son pouvoir calorifique est 1 384 calories; la consommation de 1 kilogr. de charbon produit $5^k\,394$ ou 4,34 mètres cubes de ce gaz.

Un kilogramme de ce gaz pauvre exige pour sa combustion complète $0^k\,3272$ d'oxygène ou $1^k\,42$, ou 1,1 mètre cube d'air, sa température théorique de combustion est :

$$T = \frac{1\,384}{0{,}09 \times 0{,}48 + 0{,}68 \times 0{,}22 + 1{,}65 \times 0{,}244} = 2\,325°$$

par conséquent la dissociation intervient comme dans les cas précédemment examinés, mais on peut obtenir réellement des températures

extrêmement élevées, voisines de 1 700 degrés. Même avec des gaz moins riches à 1 100 ou 1 200 calories, tels qu'on les obtient couramment dans l'industrie, la température de combustion atteint presque ce maximum, d'autant que ces gaz renferment toujours un petit excès d'hydrogène provenant de la distillation du combustible.

La flamme des gaz pauvres est plus longue que celle de l'hydrogène, pour un même volume de gaz combustible, parce que la combustion complète exige un volume d'air relativement plus considérable.

Combustion de la vapeur de carbone. — Nous avons vu que la combustion du carbone solide produit des quantités de chaleur d'autant plus grandes que ce corps est moins dense, moins rapproché de l'état cristallin, c'est-à-dire d'autant plus grandes que la molécule est moins condensée. La différence correspond au travail moléculaire accompli pendant le changement intérieur; elle s'exagérerait encore en passant à l'état liquide ou gazeux, et, pour la connaitre, il faudrait avoir mesuré les chaleurs latentes de fusion et de volatilisation du carbone.

Nous ne possédons pas ces données, mais nous pouvons évaluer le pouvoir calorifique de la vapeur de carbone en admettant comme approximativement vraie la loi de Welter, c'est-à-dire l'égalité des quantités de chaleur développées par l'accession de deux quantités successives égales d'oxygène à une même quantité d'un combustible, sans changement d'état.

Or 1 kilogramme de carbone, à l'état d'oxyde de carbone, développe 5 607 calories par l'introduction des 6 kilogr. d'oxygène qui le transforment en acide carbonique; si la loi de Welter est vraie, 1 kilogramme de carbone produirait aussi 5 607 calories par l'action de 6 kilogr. d'oxygène nécessaires à le transformer en oxyde de carbone, en sorte que le pouvoir calorifique de la vapeur de carbone serait 11 214 calories. Il faut cependant corriger un peu ces chiffres pour tenir compte du travail mécanique. L'oxyde de carbone occupe 1^{m3} 86 et les 0^{m3} 93 d'oxygène qui s'y unissent disparaissent totalement, puisque le volume total ne change pas. Le travail ainsi produit et dégageant de la chaleur est $0{,}93 \times 10\,330 = 9\,607$ kilogrammètres, soit : $\frac{9\,607}{425} = 23$ calories, en sorte que le pouvoir calorifique du carbone gazeux dans l'oxyde de carbone est $5\,607 - 23 = 5\,584$ calories; et c'est ce chiffre qu'il faut appliquer à la formation de l'oxyde de carbone par la vapeur de carbone parce qu'il n'y a pas condensation dans ce cas. Nous pouvons donc admettre sans trop de danger de nous éloigner de la vérité, le chiffre de $5\,584 + 5\,607 = 11\,191$ calories pour le pouvoir calorifique de la vapeur de carbone.

La disproportion entre ce chiffre et les 8 080 calories produites par le carbone solide, est très grande; il est assez probable qu'elle n'est pas moindre pour l'hydrogène, et que ce corps, pris à l'état solide, ne donnerait guère que les deux tiers des 34 462 calories, soit 24 000 calories environ.

La différence doit s'appliquer surtout au passage de l'état liquide à l'état gazeux, car les chaleurs latentes de fusion sont relativement assez faibles, de 1/8 à 1/4 des chaleurs latentes de volatilisation. Nous pourrons donc, sans craindre de trop grosses erreurs, admettre sous les trois états :

Pouvoirs calorifiques	Hydrogène	Carbone
État solide.	24.000	8.080
État liquide	26.000	9.000
État gazeux	34.462	11.191

Si incertaines que puissent être ces évaluations, elles présentent un certain intérêt pour l'étude de la combustion des corps complexes.

(A suivre.) R.

INFORMATIONS

Nouveau régulateur dynamométrique pour la commande des dynamos.

Le bon fonctionnement des dynamos est solidaire de celui des moteurs sur lesquels elles sont attelées, aussi cherche-t-on surtout à obtenir, pour ces machines, une marche très régulière. Cette condition est surtout difficile a remplir sur les navires de guerre à bord desquels on emploie la lumière électrique et où la plupart des manœuvres se font au moyen d'électro-moteurs. Les régulateurs centrifuges à axe horizontal ordinairement employés ne donnent, en général, qu'un résultat insuffisant au point de vue de la régularité et de la sécurité du fonctionnement; en outre, il est presque matériellement impossible de les faire agir d'une façon simple et facile pour obtenir des marches à régime économique. Seul, un régulateur dynamométrique placé entre le moteur et la dynamo peut fournir une solution rationnelle de la question en permettant d'obtenir une vitesse absolument régulière par suite de l'équilibre constant qui existe alors entre le couple moteur et le couple résistant.

En se basant sur ces considérations, M. Bayle, premier-maître mécanicien de la flotte, vient d'imaginer un nouveau régulateur dynamométrique pouvant s'appliquer en principe à tous les genres de moteurs et plus spécialement aux dynamos des navires de guerre afin de leur permettre un fonctionnement sûr et suffisamment régulier pour l'éclairage à l'incandescence, tout en desservant, d'une façon intermittente, des lampes à arc, des treuils, des ventilateurs, etc.

L'arbre du moteur et celui de la dynamo étant supposés distincts sont, dans ce nouveau régulateur (fig. 1 et 2), réunis par une jonction élastique quelconque mais très robuste, telle, par exemple, que des ressorts Belleville, réunissant le volant V du moteur avec un disque V' monté sur l'arbre de la dynamo; par suite de cet élasticité, la position relative des deux arbres varie en même temps que la valeur du couple résistant. Ce mouvement différentiel est utilisé pour la manœuvre de la valve de vapeur par l'intermédiaire d'un train épicycloïdal T lequel imprime un déplacement longitudinal à un manchon

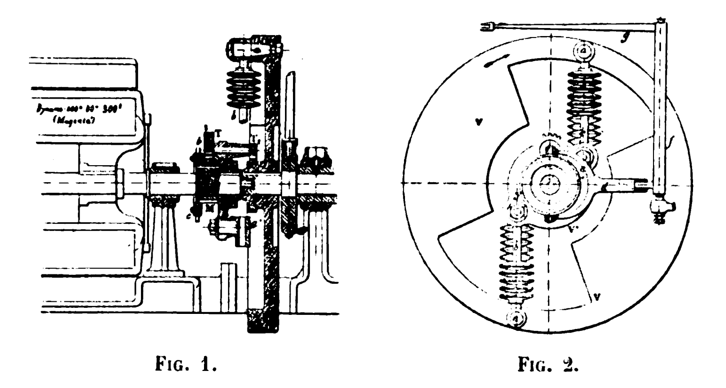


Fig. 1. Fig. 2.

fileté M. Ce mouvement est reçu par un collier c qui le transmet, par l'intermédiaire de la fourche d, de l'axe f et du levier g, à une bielle actionnant la valve d'arrivée de vapeur. La loi d'ouverture de cette valve est déterminée par une coulisse de réglage dont le coulisseau porte un index se déplaçant devant une graduation portée sur la coulisse et donnant, à chaque instant, la puissance de la machine.

Un appareil de ce genre, tout en assurant une vitesse constante, permet donc de connaitre, à chaque instant, la puissance du moteur auquel il est adapté. De plus, sa robustesse et sa simplicité, unies à sa facilité d'installation, paraissent le rendre tout à fait propre à remplir les conditions spéciales en vue desquelles il a été imaginé.

Bateau sous-marin roulant.

La Lake submarine C°, de Baltimore, vient de construire, sur les plans de M. Simon Lake, un bateau sous-marin roulant destiné à toutes sortes de travaux devant être effectués sous l'eau, tels que renflouages de navires, recherches d'épaves, constructions de jetées, etc. Ce curieux engin, dont nous trouvons la description dans l'*Electrical Engineer*, est de forme ovoïde et doit se mouvoir à la surface de l'eau à l'aide d'une hélice mue par la vapeur, et au fond de la mer à l'aide de roues actionnées par un moteur électrique. Ces roues sont au nombre de quatre et les deux d'avant seulement sont motrices. L'essieu moteur est mis en mouvement par une dynamo de 10 chevaux alimentée par une batterie d'accumulateurs et peut fournir une vitesse de 8 kilomètres à l'heure. Cette batterie est rechargée par une dynamo actionnée par la machine à vapeur de 70 chevaux qui fait mouvoir l'hélice lorsque le bateau flotte. A l'intérieur de celui-ci se trouve un compresseur d'air alimentant les réservoirs à air respirable, et l'air vicié est refoulé à l'extérieur par une pompe spéciale. Trois autres pompes servent à l'évacuation de l'eau formant lest et de celle du compartiment étanche par lequel les scaphandriers peuvent sortir du bateau et s'en écarter de la longueur des tuyaux d'alimentation d'air. La manœuvre du gouvernail s'opère d'une cage étanche vitrée située à la partie supérieure de la coque et qui constitue la seule entrée à l'intérieur du bateau. Cette cage, de même que la cheminée, est fermée par un obturateur spécial.

Exposition universelle de 1900.

Les chemins de fer de l'Exposition. — On va mettre prochainement au concours les chemins de fer destinés à desservir l'Exposition. Il y aura, sur la rive gauche de la Seine, une voie ferrée qui suivra le quai, rejoindra le Champ de Mars par l'avenue Bosquet et longera les constructions de l'Exposition. Sur la rive droite, on établira une ligne de va-et-vient qui servira principalement pour les expériences des divers systèmes de traction, mécaniques, électriques, etc.

Démolition du pavillon de la Ville de Paris. — On annonce pour le 27 mars, à deux heures de l'après-midi, l'adjudication des travaux de démolition du pavillon de la Ville de Paris, situé, comme on sait, entre le Palais de l'Industrie et le Cours-la-Reine. Cette adjudication aura lieu, 26, avenue de La Bourdonnais, en un seul lot, et la mise à prix est fixée à 20 000 francs. On peut prendre connaissance des conditions d'admission à l'adjudication dans les bureaux de l'Exposition et dans ceux de M. Ch. Girault, Architecte en chef des nouveaux palais des Champs-Elysées, au Palais de l'Industrie.

Service médical. — Le Commissariat général vient de publier les textes réglementaires du service médical, sur lequel nous avons déjà donné quelques détails [1]. Ce document règle les mesures de sécurité et d'hygiène et les secours à accorder aux ouvriers blessés et malades ainsi que l'organisation générale du service.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 12, p. 190.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 1er mars 1897.

Physique. — 1° *Recherche sur les rayons uraniques*, par M. Henri BECQUEREL.

M. Becquerel a étudié la décharge, par l'uranium, des corps électrisés. Ses expériences sont relatives aux phénomènes d'influence et au rôle de l'air dans la décharge. Il a recherché également la loi de la chute du potentiel en fonction du temps.

M. Becquerel a reconnu ainsi que l'uranium décharge à distance, dans l'air, les corps électrisés à des potentiels quelconques; l'expérience a vérifié le fait depuis moins de 1 volt jusqu'à plus de 3 000 volts. La durée de la décharge ne paraît pas différente pour l'électricité positive et pour l'électricité négative.

Les vitesses de déperdition seraient sensiblement proportionnelles à la racine carrée de la densité du milieu gazeux ambiant.

Enfin, la loi de la déperdition, dans le cas des faibles potentiels, paraît se rapprocher de la loi du refroidissement des corps.

2° *Décharge par les rayons de Rœntgen. — Rôle des surfaces frappées.* — Note de M. Jean PERRIN, présentée par M. Violle.

3° *Existence de rayons anodiques analogues aux rayons cathodiques de Lénard et de Crookes.* Note de M. P. DE HEEN.

4° *Photographie des radiations électriques du soleil et de l'atmosphère de cet astre.* Note de M. P. DE HEEN.

Les recherches antérieures de M. de Heen lui ont permis de reconnaître que l'impression produite par l'électricité ou l'infra-électricité, sur une plaque voilée, détermine un accroissement de l'intensité du voile ou le *dévoilage*, suivant les circonstances dans lesquelles on se place.

Guidé par cette considération, il a photographié le soleil en plaçant une plaque photographique *très fortement voilée* au foyer de l'objectif d'une petite lunette de Secrétan, la durée de pose étant de deux secondes environ. Il a obtenu un cliché sur lequel on peut remarquer que le *pouvoir dévoilant* s'accentue quand on part du centre du Soleil pour se diriger vers la périphérie: le bord est représenté par un anneau dévoilé.

La conclusion qui se dégage de cette expérience peut s'exprimer en disant que, si la photosphère est principalement le siège des radiations lumineuses, les radiations qui déterminent les phénomènes électriques et infra-électriques émanent au contraire de l'atmosphère de l'astre. L'épaisseur de celle-ci allant en s'accentuant quand on s'avance vers le bord, il en est de même du *pouvoir dévoilant*. Enfin, lorsque cette atmosphère se présente suivant la direction où l'épaisseur est la plus grande et qui correspond au bord, elle détermine un anneau dévoilé.

On a donc ainsi le moyen de photographier l'atmosphère solaire en dehors du phénomène des éclipses. Il serait, de plus, extrêmement intéressant d'examiner, à ce point de vue, avec de grands instruments, les taches et les protubérances.

Électricité. — *Sur la décharge des conducteurs à capacité, résistance et coefficient de self-induction variables.* Note de M. Michel PÉTROVITCH, présentée par M. Picard.

Chimie. — *Action de l'acide nitrique étendu sur les nitrates en présence de l'éther.* Note de M. TANRET.

Chimie analytique. — *Dosage de l'ozone atmosphérique au mont Blanc.* Note de M. Maurice DU THIERRY, présentée par M. Janssen.

Des analyses de l'auteur, il résulte que la quantité d'ozone atmosphérique croît avec l'altitude.

Chimie industrielle. — *Sur un nouveau procédé de stérilisation par la chaleur sous pression.* Note de M. W. KÜHN, présentée par M. Duclaux.

Les moyens variés employés jusqu'ici pour stériliser les liquides donnent tous de bons résultats au point de vue de la destruction des germes, mais ils amènent en général une altération très sensible des qualités organoleptiques, un goût de *cuit* qui suffit quelquefois à faire écarter l'emploi de la chaleur comme moyen de conservation des substances alimentaires.

M. Kühn a eu l'idée de chercher ce qui arriverait si l'on chauffait en vases pleins et clos, assez résistants pour supporter la pression de dilatation du liquide qui les remplit. Cette pression augmente beaucoup plus vite que celle de la vapeur, de sorte que, soit en se chauffant, soit en se refroidissant, le liquide reste toujours sous l'influence de pressions élevées.

L'expérience apprend que, dans ces conditions de chauffage, qui s'opposent à toute déperdition de gaz et à toute perte de principes aromatiques et volatils, le liquide reste inaltéré, et ne subit que des modifications nulles ou insensibles dans ses qualités organoleptiques.

Elle a montré aussi que ces liquides conservent intégralement le dosage des gaz qu'ils contenaient avant chauffage, et que les moûts traités par ce moyen fermentent après l'opération tout aussi bien qu'ils l'auraient fait avant. Il faut seulement les additionner de levure, mais alors on est maître de celle qu'on ajoute et, par conséquent, de la fermentation qui prend naissance, tandis qu'avant on ne pouvait échapper à l'intervention des levures contenues normalement dans le moût. On peut donc, par ce moyen, faire fermenter, sans goût de cuit, des moûts de raisin par des levures pures.

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Wagons de 20 tonnes. — La plupart des wagons à marchandises des Compagnies françaises ont une limite de chargement de 10 tonnes, limite qui, trop élevée pour les marchandises légères et encombrantes, est, au contraire, trop faible pour les matières lourdes. Avec ces dernières on peut, en effet, dépasser la limite de charge ci-dessus sans dépasser la capacité des wagons actuels et l'on a été conduit à construire des wagons de grande capacité pouvant transporter 10 tonnes de marchandises légères ou 15 et même 20 tonnes de marchandises lourdes. Cette augmentation de la capacité se traduit par divers avantages, tels que : meilleure utilisation des gares et des quais, réduction des manœuvres pour un même tonnage, plus grandes facilités dans le chargement et le déchargement, etc. Dans cet ordre d'idées, la Compagnie du Nord a décidé la construction de 1 000 wagons couverts de 20 tonnes et de 1 300 wagons tombereaux pouvant porter, soit 20 tonnes de houille, soit 10 tonnes de coke.

M. A. SARTIAUX, Ingénieur en chef de l'exploitation de la Compagnie du Nord, décrit, dans la *Revue générale des chemins de fer* de février 1897, ces deux nouveaux types de wagons étudiés par M. du BOUSQUET, Ingénieur en chef du matériel et de la traction de la même Compagnie.

Calage à distance des signaux de chemins de fer. — Dans les gares qui n'ont pas de service de nuit ou dans les postes à service intermittent, la mise à l'arrêt des signaux avancés par le train lui-même présente un inconvénient. Il est, en effet, nécessaire dans ce cas, ou bien de maintenir un agent en service pour remettre les signaux à voie libre quand les trains sont passés ou bien d'envoyer un agent, après la fermeture du service, pour caler les pédales des appareils automatiques, dans une position telle qu'elles ne soient plus actionnées par les roues de la machine; de plus, dans ce dernier cas, un agent doit faire l'opération inverse avant la reprise du service. Dans les deux manières de procéder, il y a dérangement de personnel et il était intéressant d'opérer le calage des automoteurs à distance de la gare elle-même.

La *Revue générale des Chemins de fer* de février 1897, contient une note dans laquelle M. CHAPERON, Ingénieur aux chemins de fer P.-L.-M., décrit un mécanisme très ingénieux, étudié sous sa direction par M. Joseph BOUVIER, Inspecteur du service central, et qui remplit le but proposé. Cet appareil a été installé aux gares de Mauves et d'Andance, sur la ligne de Lyon à Nimes, et fonctionne régulièrement.

CHIMIE INDUSTRIELLE

La nouvelle poudre russe au pyrocollodion. — Dans ses numéros des 12 et 19 février dernier, l'*Engineering* examine la composition et les propriétés de la nouvelle poudre russe au pyrocollodion. Il étudie également ses effets et les compare à ceux des principales poudres actuellement en usage, notamment poudre noire, fulmi-coton, nitro-glycérine Nobel. Il cite, enfin, quelques remarquables résultats d'essais de tir et conclut à la supériorité de cette poudre due aux recherches du professeur Mendekyeff.

Fabrication de l'ammoniaque. — La *Revue générale des Sciences*, du 28 février 1897, publie un intéressant article de M. TRUCHOT sur « l'état actuel de la fabrication de l'ammoniaque ». L'auteur fait remarquer que, malgré son caractère de satellite d'autres industries, la production de l'ammoniaque a une importance économique déjà très grande et qui se développe tous les jours de plus en plus.

Divers essais ont été tentés dans le but de fabriquer l'ammoniaque synthétiquement, à l'aide de l'azote atmosphérique, mais l'on n'est pas encore arrivé à une solution complète de la question. Précédemment, l'ammoniaque employée dans le commerce provenait surtout du traitement des sous-produits de la fabrication du gaz et de la distillation des eaux-vannes mais, actuellement, l'ammoniaque récupérée dans les industries du coke, de la verrerie, du sucre, etc., commence à faire une sérieuse concurrence aux anciennes sources de production. M. Truchot signale les nouveaux procédés de fabrication en montrant les développements qu'ils peuvent prendre et estime que la consommation rapidement croissante de l'ammoniaque n'est pas près d'égaler la quantité de cette matière susceptible d'être obtenue comme sous-produit d'autres industries.

ÉLECTRICITÉ

Influence du manganèse dans les accumulateurs. — Contrairement à certains auteurs qui préconisent l'emploi du manganèse dans les accumulateurs au plomb, M. KNORRE a trouvé qu'il fallait absolument proscrire ce métal de la fabrication des accumulateurs. Les expériences faites à ce sujet par M. Knorre sont publiées dans la *Zeitschrift für Elektrochemie*. La conclusion pratique qui se dégage de ces expériences peut se résumer de la manière suivante :

Quand un accumulateur contient du manganèse, soit sous forme de bioxyde dans la plaque positive, soit en dissolution dans l'électrolyse, ce métal sert de véhicule à l'oxygène pour passer de la plaque positive à la plaque négative; car il décharge l'accumulateur même à circuit ouvert et diminue, par conséquent, sa capacité et son rendement. La réaction principale consiste en la formation d'acide permanganique au contact du composé du manganèse avec la plaque positive; cet acide étant soluble passera dans l'électrolyse et cédera son oxygène à la plaque négative.

HYGIÈNE

L'assainissement de la fabrication des allumettes. — On sait que, sur la demande du ministre des Finances, l'Académie de Médecine avait nommé, dans le courant de l'année dernière, une commission en vue de rechercher les moyens de faire cesser l'insalubrité de la fabrication des allumettes. Le rapport de cette commission, composée de MM. Th. Roussel, Magitot, Ch. Monod, Hanriot et Vallin, rapporteur, vient d'être adopté par l'Académie de Médecine. La commission déclare, tout d'abord, que l'industrie des allumettes, en France, est presque aussi insalubre qu'elle l'était il y a trente ans et qu'il y a nécessité d'introduire une réforme radicale, au point de vue de l'hygiène, dans l'état matériel des usines et dans les procédés de fabrication. Les conclusions de ce rapport, qui a été publié *in extenso* dans la *Revue d'Hygiène* du 20 février 1897, peuvent se résumer ainsi :

1° Il est urgent de faire cesser l'insalubrité qui persiste dans un grand nombre de manufactures d'allumettes en France;

2° La suppression du phosphore blanc est le seul moyen capable d'assurer l'assainissement définitif cette industrie;

3° L'emploi général de machines automatiques perfectionnées est une ressource précieuse, mais à la condition que les opérations nuisibles aient toujours lieu sous des étuves vitrées où ne séjourneront pas les ouvriers;



4° En attendant la réussite complète des expériences en cours, l'insalubrité actuelle pourrait être diminuée par les mesures suivantes : ventilation beaucoup plus active, emploi de courte durée et alternance des ouvriers dans les ateliers dangereux ; sélection initiale et visites médicales périodiques avec élimination définitive ou temporaire des ouvriers ayant la bouche en mauvais état ; installation plus complète et surveillance plus rigoureuse des réfectoires, lavabos, vestiaires, etc.

MÉCANIQUE

Fonctionnement des moteurs à vapeur à un cylindre. — Les *Bulletins de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, de janvier et février 1897, contiennent un très important mémoire sur le « fonctionnement des moteurs à vapeur à un cylindre », par M. E. Lefer. L'auteur ayant eu à relever pendant vingt ans un grand nombre de diagrammes sur des moteurs de divers systèmes, fonctionnant dans des conditions de marche très différentes les unes des autres, a été frappé de la reproduction persistante de certaines ondulations des lignes obtenues, mises tout d'abord au compte d'un fonctionnement défectueux des indicateurs et de leurs accessoires. Une observation attentive a permis à M. Lefer de reconnaître que ces ondulations ont pour cause des phénomènes réels que subit la vapeur pendant son passage dans le cylindre des moteurs, et que ces phénomènes ont une action sur le fonctionnement économique des machines. Dans son mémoire, l'auteur se propose de signaler l'existence de ces phénomènes et de les rendre faciles à constater par la simple lecture des diagrammes ; leur étude permettrait d'améliorer le fonctionnement des moteurs et de reconnaître ce qu'il peut avoir d'anormal. M. Lefer étudie successivement : la variation de température des parois du cylindre et de leur action ; la compression ; la détente ; l'influence des espaces de construction et la consommation totale de vapeur des moteurs à un cylindre.

Chèvre en treillis de bois de 45 mètres de hauteur. — On a fait usage dernièrement, pour le montage des piles d'un pont métallique à Manitowoc (Wisconsin), d'une chèvre en bois qui dépasse de beaucoup les dimensions ordinaires. D'après l'*Engineering Record*, du 13 février 1897, cette chèvre mesure 45 mètres de hauteur ; sa section transversale est de 1m 50 sur chaque face, les montants se composent d'une poutre en bois de 10×15 centimètres et d'une autre pièce de 5×15 ; les treillis sont composés de pièces de 5×10 centimètres d'équarrissage. 823 mètres linéaires de pin de Norwège sont entrés dans la construction de cet appareil.

Cette chèvre est manœuvrée au moyens de guis en cordages. Elle a permis, à elle seule, d'effectuer le montage de la pile entière d'une hauteur de 42 mètres. Les charges à soulever ont atteint 6 500 kilogr. environ.

MINES

La crise des charbons en Espagne. — Quoique l'Espagne exporte la plus grande partie des minerais que produisent ses nombreuses mines de toutes sortes, elle est encore obligée d'importer à peu près la moitié du combustible qu'elle consomme. Ce n'est pas qu'elle manque de gisements houillers, mais, d'une part, la nature de ces gisements en rend l'exploitation difficile et, d'autre part, diverses causes contribuent à empêcher le développement de cette industrie. Dans un article publié dans la *Revue universelle des Mines et de la Métallurgie*, de février 1897, M. A. Dory, Ingénieur des mines de Turon (Asturies), après avoir donné quelques détails sur les principaux bassins houillers de l'Espagne, signale les causes qui nuisent à l'augmentation de la production de ces bassins. D'après l'auteur, ces causes sont dues à la défectuosité de la loi sur les mines, au prix de revient exagérément bas du charbon en Angleterre et à la réduction excessive des frets qui permettent à ce charbon d'arriver à très bas prix dans les ports d'Espagne où les armateurs trouvent facilement des minerais comme fret de retour. L'auteur ne voit de remède que dans l'établissement d'un droit protecteur assez élevé.

Perforatrice à bras. — La *Revue universelle des Mines et de la Métallurgie*, de janvier 1897, contient une communication faite à l'Association des Ingénieurs de l'École de Liège sur une nouvelle perforatrice par rodage mue à bras d'homme. L'auteur, M. O. Derclaye, directeur des charbonnages d'Oignies-Aiseau, après avoir passé en revue les anciennes perforatrices à bras et signalé leurs défauts, décrit une perforatrice imaginée par M. Liesens, dans laquelle le travail moteur serait proportionnel au travail résistant.

DIVERS

Automobiles. — La *Revue scientifique* du 20 février 1897, publie la conférence faite sur l'« Automobilisme » à l'Association française pour l'avancement des sciences, par M. L. Béguin, ancien élève de l'École Polytechnique. Dans une intéressante causerie, l'auteur fait l'historique de la question en remontant à la légendaire voiture à vapeur de Cugnot, construite en 1769, et suit pas à pas les efforts faits au cours de ce siècle en vue de substituer la traction mécanique à la traction animale. Tout en rendant justice à ces efforts, M. Béguin ne manque pas de faire remarquer que, pendant plus d'un siècle, aucun résultat pratique sérieux n'a été obtenu en ce qui concerne la traction mécanique sur les routes ordinaires, sans doute parce que l'attention des Ingénieurs était plus particulièrement portée vers le développement des chemins de fer. En revanche, depuis quelques années, la question avance à pas de géants et les différentes courses organisées en 1894, 1895, 1896 et 1897, dont M. Béguin rappelle les principaux résultats, ont créé, en France notamment, un mouvement d'opinion qui hâtera certainement la solution du problème si intéressant de la locomotion automobile sur routes.

Ouvrages récemment parus.

Leçons de Cinématique *professées à la Sorbonne*, par G. Kœnigs. — 1 vol. in-8° de 500 pages. — Hermann, éditeur, Paris, 1897. — Prix : **15** francs.

La classification ancienne, qui fait de la cinématique un simple chapitre de la mécanique générale, paraît aujourd'hui à de bons esprits quelque peu artificielle. Cette science peut tout aussi légitimement être directement rattachée à la géométrie.

Si une figure variable dépend d'un paramètre arbitraire, on est amené à suivre les variations de ses divers éléments, produites par les variations de ce paramètre variable sans, d'ailleurs, faire aucune hypothèse sur la nature de celui-ci. Qu'on lui donne pour nom *le temps*, et cette géométrie des figures variables devient la *cinématique*. On peut, dès lors, se demander ce qui constitue la distinction entre la cinématique proprement dite et cette branche de la science à laquelle M. Mannheim, qui l'a enrichie de travaux si élégants, a donné le nom de *géométrie cinématique*. Nous croyons, pour notre part, que cette distinction se réduit à ceci : On peut, pour l'étude de la figure variable, soit introduire une représentation géométrique des dérivées des éléments de cette figure par rapport au paramètre variable, soit se contenter d'envisager les rapports mutuels des différentielles de ces éléments sans faire intervenir explicitement les accroissements du paramètre variable. Dans le premier cas, on fait de la cinématique, dans le second de la géométrie cinématique.

Quoi qu'il en soit de cette distinction, il n'en reste pas moins acquis que la cinématique, subdivisée ou non en cinématique proprement dite et géométrie cinématique, a le droit d'être considérée comme une science autonome constituant, si l'on veut, un lien entre la pure géométrie et la mécanique, mais possédant un objet de recherches et des méthodes propres, indépendants du point de vue où se placent les auteurs qui n'y voient qu'une introduction à la dynamique.

On pouvait donc souhaiter qu'un ouvrage fût consacré spécialement à l'exposition de cette science prise avec tous ses développements intrinsèques. Nul n'était plus en mesure d'écrire cet ouvrage que M. Kœnigs qui, depuis plusieurs années, par son enseignement de la Sorbonne a puissamment contribué à imprimer à la cinématique le caractère qui vient d'être défini et à lui donner une forme véritablement didactique.

C'est cet ouvrage, ou du moins c'en est le premier volume, qui vient de paraître. Ce premier volume traite exclusivement de la cinématique théorique ; un second sera consacré aux applications.

Voici quelques brèves indications sur le contenu du premier volume.

Le premier chapitre renferme la théorie géométrique des segments, également utile, comme on sait, en cinématique et en statique, et qui est présentée ici de la façon la plus complète.

Dans le chapitre II sont définies les notions fondamentales relatives à la cinématique (vitesse et accélération).

Le mouvement relatif envisagé dans le chapitre III, introduit la notion de la composition des vitesses sur laquelle la cinématique repose tout entière et qui est élucidée par l'auteur avec une remarquable netteté.

La nature du mouvement d'un corps solide par rapport à un autre est analysée avec une rigueur et un soin parfaits dans le chapitre IV.

Le chapitre V est réservé à la composition des accélérations. On est frappé de la simplicité avec laquelle l'emploi du trièdre mobile, qui, en géométrie, a donné, entre les mains de Ribaucour et de M. Darboux, de si beaux résultats, conduit aux formules célèbres de Bour et de Coriolis.

A titre de cas particuliers, l'auteur analyse, dans tous leurs détails, le mouvement plan (chapitres VI et VII) et le mouvement autour d'un point fixe (chapitre VIII). Il faut signaler, dans le chapitre VII, une foule d'applications curieuses, notamment aux aires balayées par certains segments, sujet que les travaux de M. Kœnigs ont fort contribué à enrichir.

Dans le chapitre IX est envisagé le mouvement continu le plus général d'un corps solide. L'auteur y a développé, beaucoup plus qu'on ne l'avait fait avant lui, la question difficile du roulement des courbes gauches dans l'espace.

La théorie toute moderne du mouvement des corps présentant plusieurs degrés de liberté est traitée au chapitre X, où se trouve examiné à part le cas du mouvement à deux paramètres.

Le chapitre XI est un des plus originaux du livre. Il contient la théorie des systèmes articulés, qui n'avait pas encore été, que nous sachions, pareillement approfondie. On ne peut manquer, en la lisant, d'être frappé de l'originalité des vues de l'auteur et de la généralité des propositions qu'il parvient à dégager.

Dans le chapitre XII, d'un haut intérêt mathématique, sont mis en évidence les liens qui rattachent la théorie des déplacements à l'homographie et à la théorie des variables complexes.

L'ouvrage est complété par un grand nombre de notes fort savantes dues pour une part à M. Darboux, à MM. Eugène et François Cosserat, pour l'autre, à M. Kœnigs lui-même. Elles ont trait notamment aux mouvements algébriques, à la cinématique d'un milieu continu, à la théorie de Grassmann sur l'étendue figurée, à la théorie de la vis de M. Ball, à l'emploi des quaternions dans l'étude des rotations, etc.

Nous ne terminerons pas ce rapide compte rendu sans souligner l'heureuse tendance de l'auteur à faire intervenir concurremment l'analyse et la géométrie sans jamais s'astreindre à des partis pris de méthode. Nous pensons avec lui que c'est par un tel éclectisme que l'on parvient aux voies les plus fécondes. Ajoutons que, si cet ouvrage est fait pour agréer pleinement aux hommes de science pure, il ne s'adresse pas moins aux Ingénieurs qui ne sauraient manquer d'être captivés par les développements si curieux, si intéressants que la plume savante de M. Kœnigs a su donner à une théorie qui joue à leur regard un rôle d'une si haute importance.

M. d'Ocagne,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Leçons élémentaires de photographie pratique, par G.-H. Niewenglowski. — 1 volume in-18 de 70 pages, avec 35 figures. — H. Desforges, éditeur, Paris, 1897. — Prix : **1** franc.

Erratum.

Les échelles indiquées sur la planche XVII (n° du 27 février) et sur la planche XVIII (n° du 6 mars) pour les nouveaux Palais des Champs-Élysées sont inexactes. Ces échelles rectifiées doivent être, toutes deux, d'environ 0,0007 pour les plans de chaque palais. Nous rappellerons, d'ailleurs, que les longueurs maxima des façades principales de ces deux monuments sont de 235 mètres pour le Grand Palais et de 124 mètres pour le Petit Palais.

Le Gérant : **H. Avoiron.**

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 20. N° 771. Samedi 20 Mars 1897.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Constructions civiles** : L'abattoir général de la rive gauche, à Paris *(suite et fin)*, p. 305. — **Électricité** : Transmission de la puissance motrice à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer *(suite)*, p. 306 ; G. Dumont et G. Baignères. — **Travaux publics** : Les ponts tournants du canal de Kiel. Pont d'Osterrœnfeld *(planche XX)*, p. 309. — **Métallurgie** : Essais récents de plaques en acier cémenté (1895-1896), p. 311 ; L. Baclé. — **Expositions** : L'industrie hongroise à l'Exposition du Millénaire, à Budapest (1896), p. 314 ; Ch. Rosambert. — **Physique industrielle** : Utilisation des combustibles *(suite)*, p. 316. — **Informations** : Charrue mécanique automobile, p. 318. — Diamants découverts dans un ancien volcan, p. 318. — Varia, p. 318. — *Correspondance* : Coussinet à serrage automatique pour voies ferrées, p. 318 ; C. Chenu.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils, séance du 5 mars 1897, p. 319. — Académie des Sciences, séance du 8 mars 1897, p. 319.

Bibliographie. — Revue des principales publications techniques, p. 319. — Ouvrages récemment parus, p. 320.

Planche XX : Ponts tournants sur le canal de Kiel. Pont d'Osterrœnfeld.

CONSTRUCTIONS CIVILES

L'ABATTOIR GÉNÉRAL DE LA RIVE GAUCHE à Paris.

(Suite et fin [1].)

Nous avons précédemment énuméré le détail des installations que comporte le nouvel abattoir général de la rive gauche et donné quelques renseignements sur les travaux préparatoires qu'a nécessités l'établissement de ces différentes installations. Il nous reste à indiquer brièvement quel a été le mode de construction employé dans l'édification des divers bâtiments. Cette construction n'a, d'ailleurs, présenté rien de bien particulier, car les bâtiments dont il s'agit sont des plus ordinaires et chacun de dimensions assez restreintes. Leur ensemble seul offre vraiment de l'intérêt, à cause de la grande surface couverte qu'il représente.

L'ensemble des constructions dont nous avons donné l'énumération dans notre premier article occupe, en effet, une surface de près de 32 000 mètres carrés, dont 23 552 pour l'abattoir de la boucherie, 5103 pour celui de la charcuterie et enfin 1 920 pour l'abattoir à chevaux. D'autre part, les murs de clôture et de soutènement, avec grilles en fer intercalées, atteignent un développement de 1 530 mètres sur 0m 80 d'épaisseur moyenne.

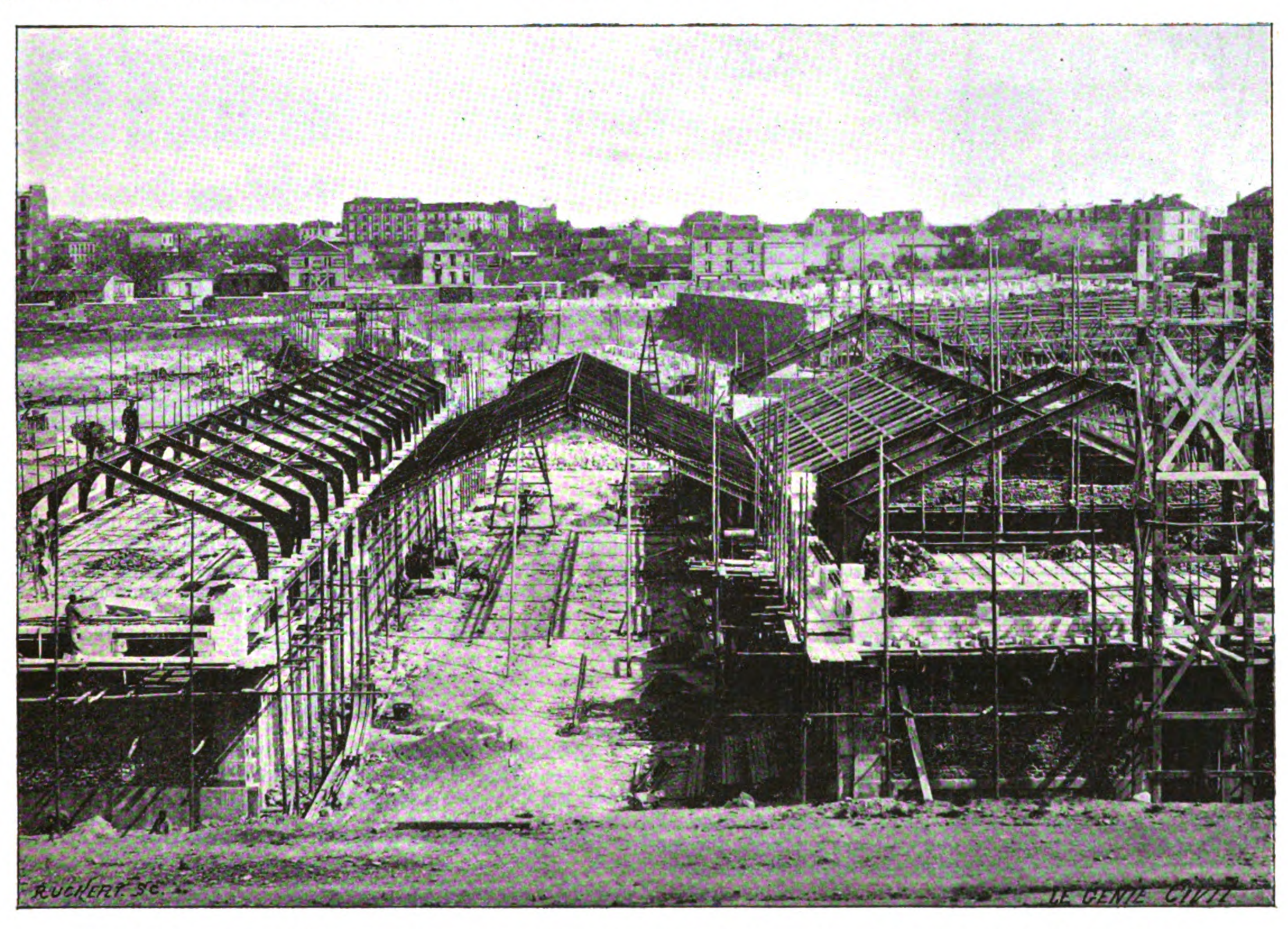


Fig. 1. — L'Abattoir général de la rive gauche, a Paris : Vue prise pendant le montage des fermes des bâtiments des échaudoirs.

La surface du terrain compris entre ces murs est de 97 240 mètres carrés et la partie qui n'est pas occupée par des constructions, soit 65 441 mètres carrés, doit être pavée ou bitumée.

A ces constructions il y a lieu d'ajouter : le réseau d'égouts, qui a un développement d'environ 3 000 mètres, la canalisation d'eau, qui

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 16, p. 241 ; n° 19, p. 289.

a la même longueur, et l'établissement du réseau pour l'éclairage par l'électricité. Le courant qui alimente cet éclairage est fourni par le Secteur de la rive gauche, dont le *Génie Civil* a donné précédemment la description [1].

Nous avons vu que le terrain sur lequel est construit le nouvel abattoir général est entièrement situé sur d'anciennes carrières et que les consolidations nécessaires avaient été faites par le service municipal de l'Inspection des carrières. Après ces consolidations, l'architecte de l'abattoir a fait établir, sous tous les points d'appui, des puits qui ont été remplis de béton et reliés entre eux par des arcs en maçonnerie de meulière hourdée au mortier de ciment.

Tous les soubassements sont en pierre d'Euville. Au-dessus, les chaînes d'angle et tous les dosserets des portes ou autres sont en pierre de Ravière. Les remplissages entre ces piles sont en moellons piqués de Saint-Maximin, meulière ou briques de Bourgogne, suivant les bâtiments.

Les planchers et combles sont en fer, les cloisons en pans de fer; le chevronnage seul est en bois, excepté, toutefois, dans le brûloir à porcs où, pour éviter toute chance d'incendie, on n'a employé, dans la toiture, absolument que du fer. Les rampants des combles sont hourdés en plâtre.

Ces combles, qui ont été exécutés par la maison Baudet et Donon, et dont la portée maximum n'est que de 16 mètres, n'offrent rien de bien particulier. Il y a lieu de remarquer, toutefois, la disposition employée dans les bâtiments des échaudoirs de l'abattoir de la boucherie (fig. 1 et 2) où l'on a trois combles placés bout à bout. Les combles du bâtiment de la vente à la criée sont aussi à signaler, car on a cherché à leur donner un aspect assez décoratif et, de plus, au lieu de reposer simplement sur les murs, ils sont supportés par des espèces de colonnes métalliques appliquées contre ces murs et descendant jusque sur le soubassement.

La couverture est en tuiles à emboîtement, avec banquettes en zinc et chéneaux en fonte à larmiers et joints de caoutchouc.

Les planchers sont hourdés en briques creuses et ciment.

Tous les murs des locaux servant aux travaux d'abatages ou autres sont enduits en ciment de Portland, sur une hauteur minimum de 3 mètres, afin de pouvoir aisément être maintenus en état de propreté.

Les sols des cours de travail et locaux d'abatage ou de travail, de boucherie et de charcuterie, sont dallés en ciment de Portland sur béton, afin de pouvoir être, de même, facilement lavés.

Les rues et bouveries sont pavées en grès sur fond de béton et forme de sable et jointoyés au ciment de Portland pour empêcher les liquides de pénétrer dans le sol et de répandre de mauvaises odeurs.

Enfin, les sols des greniers et bergeries sont bitumés sur fond de béton.

On remarquera que toutes les précautions ont été prises pour que le nouvel abattoir se trouve dans les meilleures conditions hygiéniques possibles. Ainsi que nous l'avons dit au commencement de cette étude, l'architecte qui a conçu et fait exécuter cet établissement est M. E. Moreau; il a été secondé dans sa tâche par M. Coïc, Inspecteur des travaux.

Rappelons, en terminant, que, sur les trois parties dont se compose l'abattoir général, l'une, l'abattoir à porcs, a déjà été livrée à l'exploitation; que l'abattoir de la boucherie sera terminé dans le courant de la présente année; enfin, que les travaux de l'abattoir à chevaux, bien que décidés en principe, ne sont pas encore commencés.

A. D.



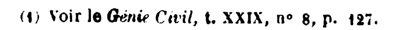
Fig. 2. — L'Abattoir général de la rive gauche, a Paris : Vue intérieure d'une cour d'abatage.

ÉLECTRICITÉ

TRANSMISSION DE LA PUISSANCE MOTRICE
à l'aide de l'électricité
aux engins des gares de chemins de fer.

(Suite [1].)

Transformation d'engins actuels. — A. Engins utilisés sur les voies et quais découverts. — *Grues fixes pivotantes.* — Les grues fixes sont de deux types, celles à pivot fixe et celles à pivot tournant; de plus, pour chacune des catégories, la chaîne de levage peut s'enrouler sur un tambour ou sur une noix. Dans ce dernier cas, le brin libre s'emmagasine dans un espace ménagé à cet effet.



(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 8, p. 127.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 9, p. 133; n° 10, p. 149; n° 11, p. 162; n° 12 p. 181; n° 13, p. 196; n° 14, p. 211; n° 15, p. 229; n° 16, p. 245; n° 17, p. 259; n° 18, p. 274; n° 19, p. 292.

Leur transformation en grue électrique conduit à des dispositions analogues pour ces différents cas.

Si l'on admet l'emploi du moteur électrique pour le levage, la solution est simple : elle consiste à commander, par double courroie ou par double engrenage, l'arbre des manivelles; le moteur électrique est alors fixé sur la grue et se déplace avec elle.

La commande électrique de l'orientation exigerait, en outre, l'adjonction d'un embrayage, d'un arbre supplémentaire vertical et d'une couronne dentée horizontale fixe avec le support.

Disons de suite que, pour tous les engins de levage en général, on obtiendrait la même vitesse qu'avec deux hommes, fournissant un effort maximum, en employant un moteur de deux chevaux environ.

La réduction de vitesse d'un moteur électrique exige, en effet, un nombre assez considérable d'engrenages intermédiaires pour arriver à une vitesse de levage de 0m 01 par seconde, qui est celle obtenue par deux hommes aux manivelles pour une charge de 6 tonnes.

Comme, à l'occasion, quatre hommes peuvent se mettre aux manivelles des treuils ou grues, on devra, en général, pour les transformations, adopter un moteur de 3 ou 4 chevaux qui donnera les vitesses maxima que l'on peut obtenir avec un engin mû à bras.

A ce sujet, nous croyons utile de faire remarquer qu'il y a intérêt à diminuer, autant que possible, les vitesses admises pour les manœuvres, parce qu'on réduit, de ce fait, la puissance des moteurs et, par suite, le prix de premier établissement de l'installation. D'ailleurs, quand le travail n'est pas intensif et absolument continu, la durée des mouvements eux-mêmes (translation, pivotage, levage et descente) ne sont qu'une faible portion de la durée totale de la manœuvre.

Cependant, il est des considérations locales qui peuvent militer en faveur de mouvements rapides, et, dans une étude d'avant-projet, il faut nécessairement tenir compte de ces besoins.

Enfin nous croyons utile d'ajouter que les moteurs tournent à des vitesses d'autant plus grandes que leur puissance est plus faible; il faudra donc faire usage d'intermédiaires en nombre variable suivant la puissance du moteur et sa vitesse, et il conviendra de faire entrer en ligne de compte les pertes dues aux frottements et le coût des transmissions intermédiaires pour établir un parallèle entre deux moteurs de puissance variable.

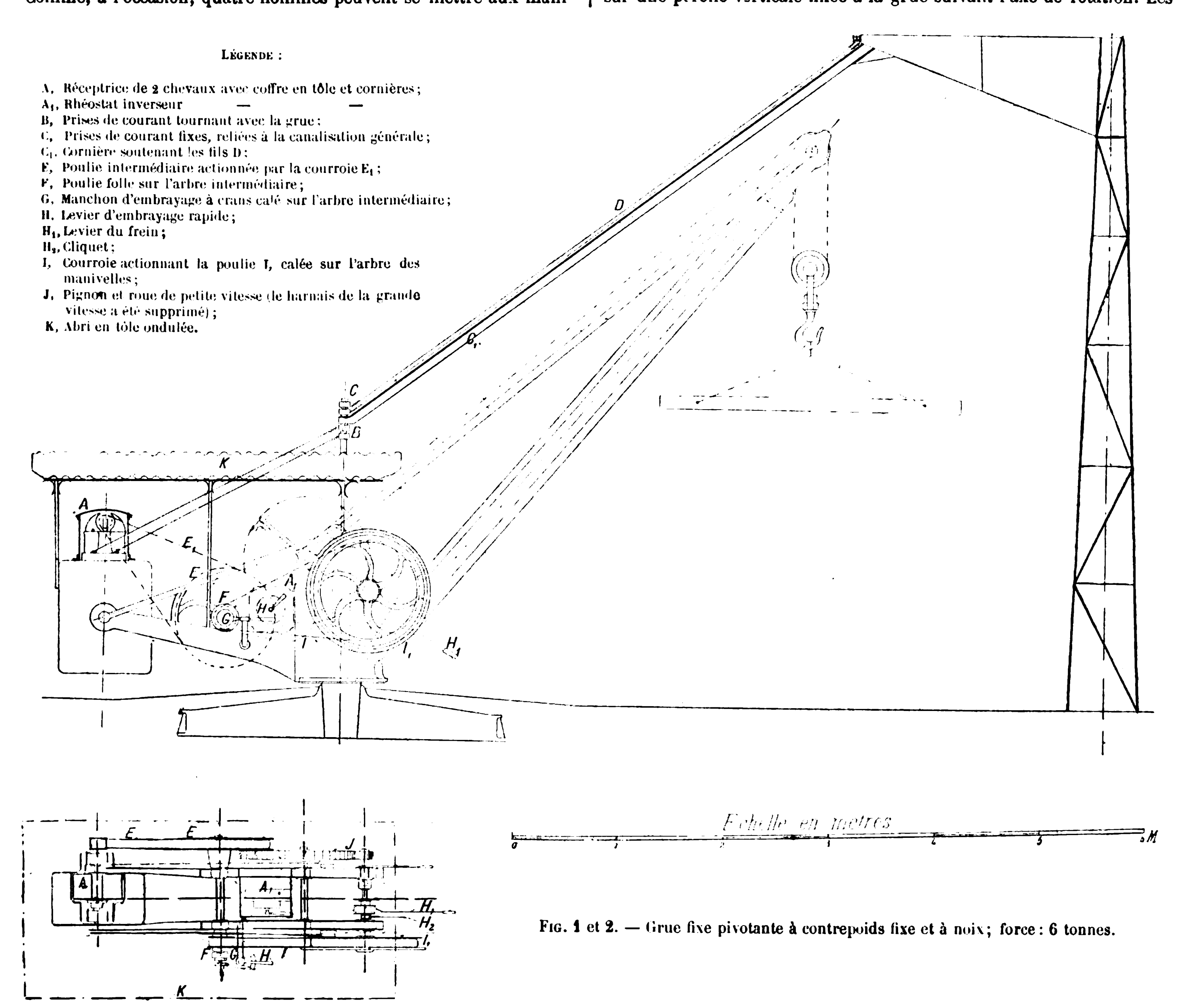


Fig. 1 et 2. — Grue fixe pivotante à contrepoids fixe et à noix; force : 6 tonnes.

Les figures 1 et 2 sont relatives à un projet de transformation en grue électrique, d'une grue fixe de 6 tonnes à plateau et à noix manœuvrée à bras.

Le moteur indiqué, de 2 chevaux, qui ne commande que le levage, est placé sur le contrepoids, sous un abri en tôle.

Il actionne par courroie un arbre intermédiaire portant un embrayage et une poulie folle, reliée elle-même par courroie à l'arbre des manivelles, sur lequel on a conservé le frein et le cliquet de sécurité à la descente.

On a ajouté, en outre :

Un inverseur à rhéostat et une prise de courant composée de deux balais, qui frottent constamment sur deux cercles en cuivre montés sur une perche verticale fixée à la grue suivant l'axe de rotation. Les deux balais sont mis en relation avec la conduite générale de distribution par deux conducteurs longeant la cornière qui s'appuie, d'une part, sur la perche verticale, d'autre part, sur le polygone où aboutit la canalisation.

La grue ainsi transformée peut soulever 6 tonnes à la vitesse de 0m 012 environ par seconde.

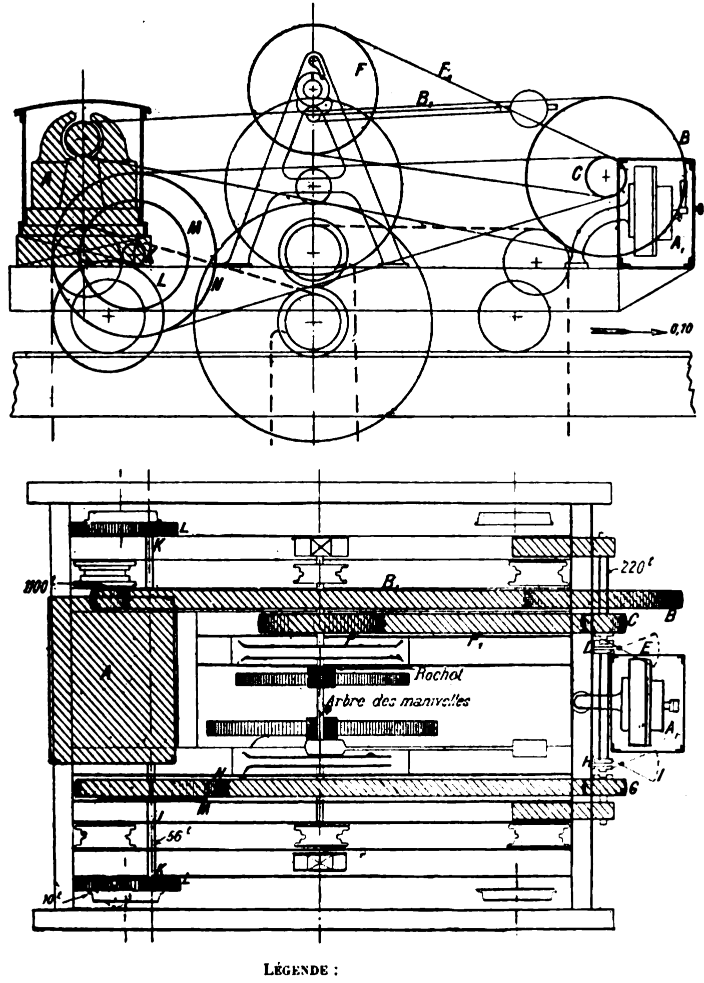
La transformation coûterait environ 2 800 francs.

Les types de grue le plus fréquemment en usage sont ceux de 2, 5, 6, 10 et 30 tonnes, et le prix de transformation peut être évalué approximativement, connaissant la puissance du moteur électrique à appliquer.

Treuil sur portique fixe. — Ces appareils, connus sous le nom de grues Arnoux, peuvent soulever 8 tonnes.

Ils comprennent un portique en bois sur lequel roule un chariot portant un treuil.

Les figures 3 et 4 indiquent, en avant-projet les dispositions à



Légende :

A, Réceptrice de 5 chevaux avec coffre en tôle et cornières;
A_1, Rhéostat-inverseur;
B, Poulie sur l'arbre intermédiaire commandée par la courroie B;
C, Poulie folle;
D, Manchon d'embrayage à crans (levage) calé sur l'arbre intermédiaire;
E, Levier d'embrayage;
F, Poulie sur l'arbre des manivelles;
G, Poulie folle (translation);
H, Manchon d'embrayage à crans;
I, Levier d'embrayage;
J, Arbre intermédiaire;
K, Pignons;
L, Couronnes dentées sur les galets du chariot;
M, Volant pour la manœuvre à bras de la translation;
N, Poulie sur l'arbre K;

Fig. 3 et 4. — Grue à direction mue à bras transformée en grue électrique.

prendre pour la transformation de la commande des deux mouvements : levage et translation.

Le moteur électrique de 5 chevaux placé à l'une des extrémités du chariot commande par courroie un arbre intermédiaire qui, au moyen d'embrayage à griffes, peut donner le mouvement à l'arbre des manivelles pour le levage de la charge ou à un arbre intermédiaire qui attaque par engrenages un des essieux du chariot et détermine, par suite, le mouvement de translation.

La vitesse de translation admise est de 0m 10 par seconde.

Celle de levage serait, en admettant un rendement des transmissions intermédiaires de 40 %, de

$$V = \frac{5 \times 75 \times 0,4}{8\,000} = 0^{m}\,02 \text{ par seconde.}$$

On a conservé sur l'arbre des manivelles le frein à bande et le cliquet de sécurité.

En avant de l'arbre intermédiaire un inverseur est installé dans une boîte en tôle.

La dépense nécessaire à la transformation d'une grue Arnoux en appareil électrique peut être évaluée à 3 000 francs.

Il existe des types de portiques fixes desservant un quai découvert et deux voies ferrées bordées de voies charretières. Sur le portique se déplace un treuil de 6 tonnes qui permet d'effectuer toutes les opérations possibles de manutention entre un véhicule, un wagon et le quai, ou entre deux wagons.

Le treuil pourrait être rendu électrique par une transformation analogue à celle indiquée pour le treuil précédent.

Grue pivotante sur truck. — Les figures 5 et 6 représentent une grue pivotante de 4 tonnes, montée sur truck, à contrepoids, à pivot fixe et à noix.

La transformation, supposée faite pour le mouvement de levage seulement, est analogue à celle indiquée pour la grue pivotante fixe. Elle comprend un moteur électrique A fixé sur le contrepoids attaquant par vis sans fin un arbre intermédiaire B qui transmet le mouvement par courroie à l'arbre des manivelles Un tendeur D permet de débrayer rapidement le moteur, et le frein à bande a été maintenu, ainsi que le cliquet de retenue. En E, E' se trouvent l'inverseur et le rhéostat de démarrage.

La prise de courant peut se faire par un des moyens indiqués précédemment.

Dans le cas d'une ligne aérienne, celle-ci devra être placée au-dessus de la flèche de la grue, et les trolleys devront être fixés à une perche verticale placée dans l'axe de rotation de la grue.

Si le truck doit pouvoir desservir un point quelconque, on peut disposer dans les entre-voies des boîtes de prise de courant où viennent

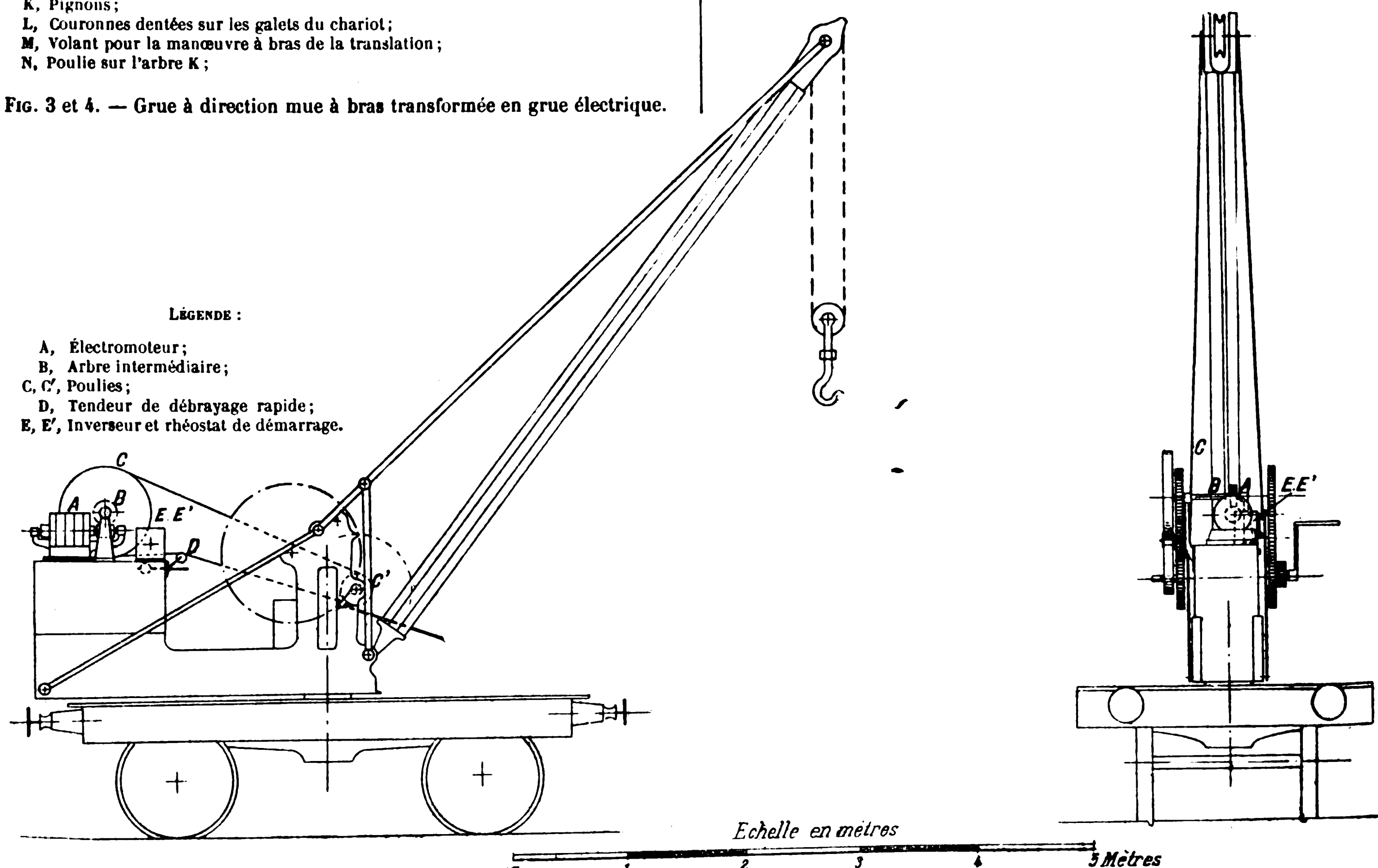


Fig. 5 et 6. — Grue pivotante sur truck; force : 4 tonnes.

se raccorder les extrémités d'une ligne volante enroulée sur un tambour fixé sur le truck.

La transformation indiquée est la plus simple que l'on puisse faire, et on peut en évaluer la dépense à 1 700 francs environ, en faisant usage d'un moteur électrique de 2 chevaux, donnant une vitesse de levage de 0m 01 environ par seconde.

Nous donnons, plus loin, quelques renseignements sur la grue pivotante sur truck du Nord, dans laquelle le même moteur commande le levage de la charge, la levée de la flèche, la rotation de la grue, et la translation du truck.

Treuil sur portique mobile (type de 10 tonnes). — Nous avons adopté un moteur série de 10 chevaux (par conséquent à vitesse variable avec la charge) et nous avons établi les renvois nécessaires à la commande, par ce moteur unique, des trois mouvements en admettant :

Pour le levage, la vitesse de.	0m 025	par seconde ;
Pour la translation du chariot la vitesse de	0m 200	—
Pour la translation de la grue, la vitesse de	0m 200	—

L'appareil actuel, avec manœuvre à bras, comporte un châssis en charpente roulant par quatre galets sur deux files de rails. Deux des galets portent une roue dentée engrenant avec un pignon sur l'arbre duquel on peut monter deux manivelles.

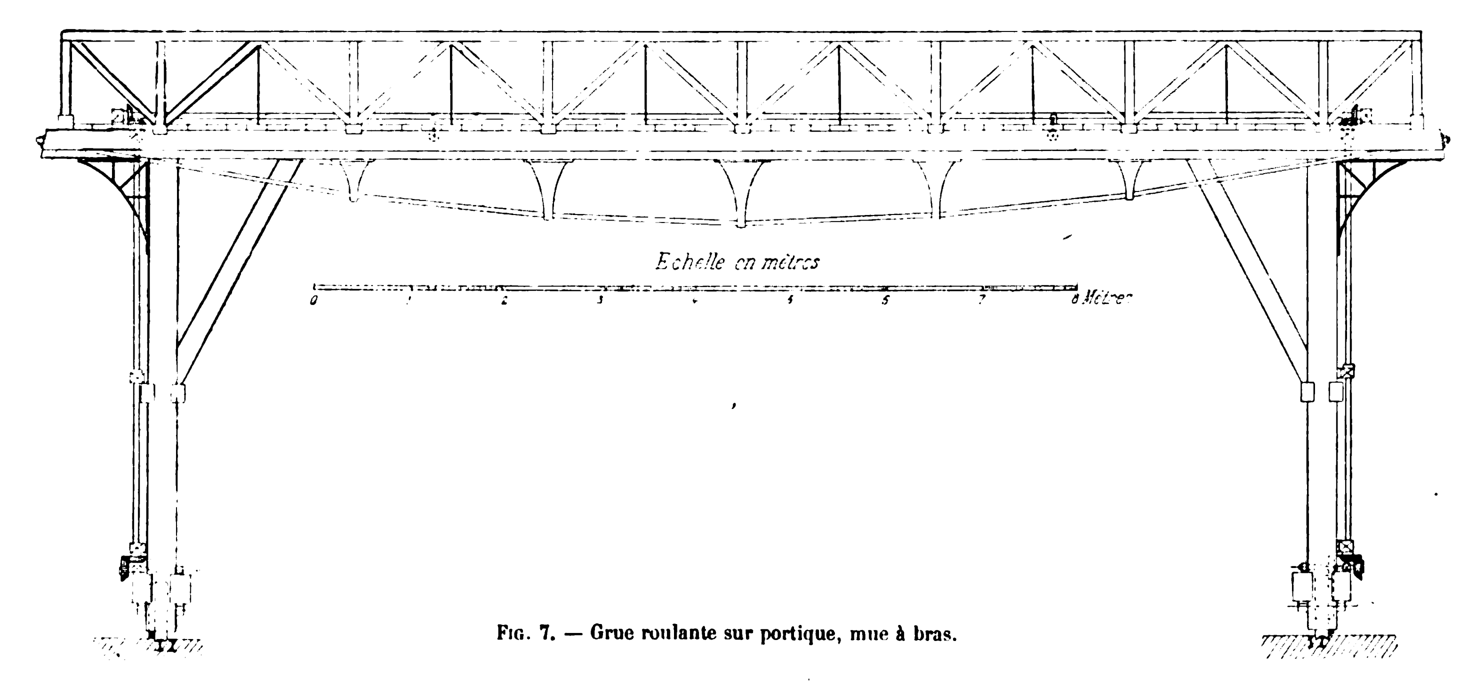


Fig. 7. — Grue roulante sur portique, mue à bras.

Sur le portique roule le treuil formé d'un châssis en bois à deux essieux. Deux manivelles permettent de communiquer le mouvement à l'un des essieux par roue dentée et pignon.

La chaîne de levage, enroulée sur un tambour, est commandée par un premier arbre intermédiaire portant le frein à bande et un cliquet de sécurité; un deuxième arbre permet d'obtenir deux vitesses et il porte à cet effet un manchon d'embrayage.

La transformation du treuil en question consiste (fig. 7, 8 et 9) à installer un moteur série de 10 chevaux qui commande, par vis tangente, un arbre intermédiaire remplaçant, ici, l'arbre de changement de vitesse dont il a été question.

Cet arbre intermédiaire transmet le mouvement, soit à l'arbre des manivelles pour le levage de la charge, soit à l'arbre de commande de l'essieu pour la translation du treuil, soit enfin à des engrenages d'angles pour la translation de la grue. Les figures 8 et 9 indiquent suffisamment les dispositions adoptées, pour qu'il ne soit pas nécessaire de donner plus de détails au point de vue mécanique.

Le rhéostat de changement de marche et les deux leviers des embrayages sont groupés sur le côté du chariot et facilement accessibles.

Il serait possible, le cas échéant, de faire toutes les manœuvres du niveau du sol en adoptant un moteur distinct pour chaque mouvement et en installant les trois inverseurs sur l'un des montants verticaux de la grue, à hauteur d'homme.

La transformation que nous venons d'indiquer coûterait environ 4 000 francs.

Un seul homme est nécessaire pour les diverses manœuvres avec le moteur de 10 chevaux. Les mouvements peuvent s'effectuer à des vitesses trois et quatre fois plus grandes qu'à bras d'hommes.

La prise de courant peut se faire comme il a été indiqué pour les chariots sans fosse.

Dans le cas d'une ligne aérienne, qui est à recommander dans l'application actuelle, on peut relier le trolley au moteur par un câble volant qui s'enroule ou se déroule automatiquement sur un tambour, lorsque le treuil se déplace.

G. Dumont et G. Baignères,
Ingénieurs des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

Échelle en mètres — 0 — 1 — 2 Mètres.

Légende :

A, moteur électrique;
B, Embrayage double { translation du chariot; levage;
C, Embrayage simple « translation de la grue »
D, Frein à bande;
E, Cliquet de retenue;
F, F', Inverseur et rhéostat;
G, Tambour d'enroulement de la chaîne.

Fig. 8 et 9. — Treuil d'une grue roulante sur portique, transformé pour la commande électrique.

TRAVAUX PUBLICS

LES PONTS TOURNANTS DU CANAL DE KIEL

Pont d'Osterrœnfeld.

(Planche XX.)

Quatre voies ferrées franchissent le canal de Kiel auquel on a donné le nom de canal Empereur-Guillaume, et dont le *Génie Civil* a déjà publié



une description générale (1). Par suite de la faible élévation des rives, on s'est vu dans la nécessité d'avoir recours à des ponts tournants pour deux de ces lignes, celles de Neumünster-Rendsburg et Itzehoe-Heide, ainsi que pour la route Itzehoe-Rendsburg qui franchit le canal près de Rendsburg.

Sur la ligne Neumünster-Rendsburg on a établi, près d'Osterrœnfeld, deux ponts tournants distincts à voie unique, distants de 150 mètres, afin de diminuer le poids à déplacer et pour ne pas interrompre la circulation en cas d'avarie.

Le pont de chemin de fer de Taterpfahl se trouve à 5 kilomètres de l'écluse de Brunsbüttel; le pont-route de Rendsburg est à 55 kilomètres des ponts d'Osterrœnfeld. Tous ces ponts sont basés sur le même principe.

Une pile de rotation de 9 mètres de diamètre sur la rive gauche du canal porte un pont tournant à bras inégaux, dont les fondations, construites à l'air comprimé, descendent à 2m50 au-dessous du lit du canal. Le grand bras a une portée de 50 mètres, plus que suffisante pour le passage des grands navires, puisqu'en plein canal la profondeur n'atteint plus que 3m50 à 25 mètres de l'axe.

Le petit bras, dont la longueur est égale aux deux tiers du précédent, s'étend jusque sur la rive sud du canal.

Du côté nord on a établi, symétriquement par rapport à cette pile de rotation, un pilier de support de 5 mètres de diamètre, fondé d'une façon identique et qui se trouve relié au rivage par un tablier fixe. La section du canal a été élargie au droit de ces piles, afin de supprimer les remous. Des brise-glace en bois protégent les piles et le pont, lorsque ce dernier est ouvert.

Le petit bras est chargé, vers son extrémité, avec du ballast, de façon à présenter une surcharge de 20 tonnes; il porte aussi une paroi verticale en tôle ondulée dont les dimensions ont été calculées de manière à équilibrer autant que possible les efforts exercés par la pression du vent sur les deux bras du pont. Il n'y a qu'un seul sens de rotation; le pont, une fois ouvert, repose sur de petites piles en maçonnerie.

Le pont-route est habituellement fermé et ne s'ouvre que pour livrer passage aux navires. Les ponts-rails, par contre, restent ouverts et ne sont fermés que quelques instants seulement avant le passage des trains; des signaux indiquent constamment les différentes positions des ponts.

La manœuvre des ponts, même durant une tempête, est obtenue dans un temps très court, grâce à l'emploi de l'eau sous pression. Chaque pont est alimenté en eau comprimée par une station spéciale; les stations du pont-route et des deux ponts d'Osterrœnfeld peuvent, en outre, être reliées l'une à l'autre et, en cas de nécessité, chacune d'entre elles peut suffire aux besoins des deux ponts.

Chaque station comporte deux chaudières de Cornouailles de 60 mètres carrés de surface de chauffe, timbrées à six atmosphères, ainsi qu'une machine jumelle à haute pression et à détente Rider, dont les deux cylindres ont 325 millimètres de diamètre et 400 millimètres de course. Ce moteur actionne deux pompes à pistons plongeurs différentiels, qui peuvent comprimer l'eau à 50 ou 60 atmosphères. Cette installation est complétée par un accumulateur dont la course est de 6 mètres, le diamètre du piston de 400 millimètres, et dont la charge se compose de sable et de gravier disposés dans un récipient en fer forgé. Une soupape de sûreté et une soupape de retenue automatique donnent toute sécurité pour le bon fonctionnement de ces appareils. Le moteur est remis en marche automatiquement, dès que le piston de l'accumulateur s'est abaissé de 1m30, et s'arrête de même à fin de course de ce dernier.

Grâce à ces dispositions, toutes les manœuvres nécessaires à l'ouverture et à la fermeture des ponts s'exécutent en 120 secondes pour les ponts d'Osterrœnfeld, et en 130 secondes pour chacun des ponts de Taterpfahl et de Rendsburg. On dispose d'une puissance suffisante pour pouvoir ouvrir et fermer les deux ponts-rails d'Osterrœnfeld quatre fois et le pont-route six fois en une heure. Une pompe de secours mue par moteur à pétrole et un treuil manœuvré à bras d'homme permettent de soulever et de tourner les ponts, alors même que l'eau comprimée ferait totalement défaut.

Le pont, lorsqu'il est fermé (fig. 1 ci-jointe), forme une poutre continue sur trois appuis fixes A, C, B avec une partie BD en porte à faux. Sur le pilier en C repose le corps de pompe d'une presse hydraulique dont le piston occupe la position inférieure de sa course. Les galets que porte l'extrémité D du petit bras ne sont pas en contact avec le rail.

Fig. 1.

Lorsqu'il faut tourner le pont, on introduit de l'eau dans le cylindre, et on soulève ainsi toute la construction qui repose sur le piston. La surcharge du petit bras fait alors basculer le pont autour d'un tourillon fixé sur la tête du piston. Dans la position A'C'BD' les galets D portent sur le rail. Lorsque le piston est à fin de course en CC'' (levée de 16 à 18 centimètres), le point d'appui B devient également libre, et dans la position A''C''B''D' le pont ne repose que sur le piston C et sur les galets D. Dans le mouvement de rotation ces derniers roulent sur un rail circulaire supporté par un petit mur, et il suffit alors d'un faible effort pour déplacer le pont. On réalise le mouvement de rotation au moyen de deux palans hydrauliques (fig. 8 et 9, pl. XX) disposés sur le pont, dont l'un sert à l'ouverture et l'autre à la fermeture. L'effort se transmet par deux câbles superposés en acier, de 80 millimètres de diamètre, qui s'enroulent sur des segments de couronne en fonte ancrés dans le pilier; les extrémités de ces câbles viennent s'attacher à des ancres profondément scellées dans la maçonnerie.

Les deux câbles présentent une résistance totale à la rupture de 300 tonnes; en marche ordinaire, ils ont à supporter environ 30 tonnes, par une tempête 60 tonnes, et 90 tonnes par un ouragan exerçant une pression de 250 kilogr. par mètre carré.

Une pression de 55 atmosphères permet de tourner encore lentement le pont contre un vent de 100 kilogr. par mètre carré. Toutes les parties ont été cependant calculées de façon qu'elles puissent résister à un coup de vent de 250 kilogr. par mètre carré survenant au cours de la manœuvre.

Les distributeurs pour le soulèvement et la rotation de l'ouvrage sont installés sur le pont dans une guérite au-dessus de la pile.

La liaison entre l'accumulateur et les distributeurs sur le pont n'est rendue possible que par l'emploi du dispositif à presse-étoupe représenté figures 5 à 7 (pl. XX); les distributeurs envoient ensuite l'eau sous pression soit au cylindre de soulèvement, soit à ceux de rotation. Puis l'eau retourne de la même façon au réservoir d'alimentation de la station par une deuxième conduite. En prévision de la gelée, le liquide employé se compose de 100 parties de glycérine contre 80 parties d'eau.

Le pont se déplace de 2 mètres à la seconde; vers la fin de la rotation l'eau est arrêtée automatiquement, et la force vive est annulée par un tampon hydraulique d'une résistance de 20 tonnes et d'une course de 1 mètre disposé sur la pile. Une sonnerie électrique prévient le mécanicien dans la guérite, dès que le grand bras occupe sa position exacte. On peut alors procéder à l'abaissement du pont.

Dans les ponts de chemins de fer on enclenche automatiquement l'extrémité du grand bras de façon que les rails se trouvent exactement dans le prolongement les uns des autres.

Pour le petit bras, on a eu recours à un dispositif spécial, afin d'obvier à la déformation possible du tablier par suite d'échauffements inégaux dans les plates-bandes. Les rails reposent sur un traineau mobile autour d'un boulon de rotation qui vient prendre sa place exacte grâce à de forts ressorts qui l'appuient contre la culée. Après l'abaissement du pont, ce traineau est enclenché depuis le poste de distribution au moyen d'un levier; en même temps on immobilise le levier du distributeur, et le pont ne peut plus être déplacé.

Les calculs statiques du pont ont eu pour bases les charges suivantes :

a) Pont dans la période de rotation sous un vent de 200 kilogr. par mètre carré;

b) Pont au repos dans la période de fermeture, sans charge roulante sous un vent de 250 kilogr. par mètre carré, ainsi qu'avec charge sous un vent de 150 kilogr. par mètre carré; en outre, un devers de 10 millimètres dans les supports et une différence de température de 30° C dans les plates-bandes.

Les charges roulantes sont constituées par des trains à deux locomotives d'express du type le plus lourd; dans les ponts-routes on a adopté une charge uniforme de 400 kilogr. par mètre carré et des chariots de 20 tonnes avec 2m50 entre les essieux.

La charge permise est :

Pour *a*), sans vent 700 kilogr. par centimètre carré, avec vent 1 000 kilogr. par centimètre carré;

Pour *b*), 700 kilogr. par centimètre carré et 850 kilogr. par centimètre carré; dans le cas de tensions variables on ajoute alors à la plus forte la moitié de la tension en sens contraire. Lors d'une variation de charge du pont librement suspendu par rapport au pont fermé et chargé la somme de l'effort maximum et du demi-effort en sens contraire ne doit pas dépasser 1 000 kilogr. par centimètre carré sous un vent de 150 kilogr. par centimètre carré.

Le métal employé est partout de l'acier coulé.

Les ponts tournants d'Osterrœnfeld coupent l'axe du canal sous un angle de 70°.

On a donné aux poutres principales une inclinaison de $^1/_4$ sur la verticale, afin de diminuer la longueur des pièces de pont et par là même, dans une proportion notable, le poids du pont, tout en obtenant une stabilité et une raideur suffisantes, ainsi que l'emplacement nécessaire au pivot.

L'écartement des semelles supérieures est de 2m50; elles portent directement les traverses en fer ⊏ de la voie. Dans les plans des deux semelles on a disposé des contreventements en forme de triangles simples et, tous les deux nœuds, des entretoises en diagonale. Les

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVII, n° 7, p. 100.

diagonales voisines du pivot ont pour but de reporter la pression du vent du contreventement inférieur sur le contreventement supérieur, lorsque le pont est librement suspendu, et du contreventement supérieur sur le contreventement inférieur, lorsque le pont est posé sur ses appuis. Le montage des poutres a été très difficile, à cause de leur position inclinée.

Les figures 5 à 7 (pl. XX) donnent les détails des appareils de levage, de la conduite d'eau et de la distribution.

Le cylindre hydraulique, en acier coulé, d'un diamètre de 1m 250, présente la forme d'une demi-sphère et repose sur un bâti conique. Le piston, en fonte, porte une colonne surmontée d'un coussinet de rotation réglable qui sert de support au pont lors de son mouvement d'élévation. Le poids à soulever, qui est de 510 tonnes, détermine dans le cylindre une pression de 46 atmosphères pendant l'élévation et de 42 atmosphères au repos. Cette colonne est guidée dans un collier, afin de pouvoir résister à la pression du vent. Ce guide est porté par un caisson annulaire en fer forgé dont le support présente la forme d'une enveloppe conique en tôle renforcée. Une même plaque de fondation sert de base à ce cône ainsi qu'au bâti conique du cylindre hydraulique. De cette façon, le moment de renversement qui prend naissance dans le premier est transmis au second. Le pont, une fois soulevé, n'est soutenu qu'en un point par les galets disposés à l'extrémité du petit bras. La longueur du tourillon de rotation a été portée à 1m 220 pour empêcher le renversement latéral du pont sous la poussée du vent.

Nous avons déjà vu que l'eau sous pression se rend aux différents organes de mouvement en traversant un presse-étoupe double dont les deux parties sont liées d'une façon invariable, l'une au pivot, l'autre au pont; ces deux parties se déplacent l'une dans l'autre. L'eau sous pression passe d'abord dans une conduite annulaire en fonte, puis dans le presse-étoupe. On a ménagé des échancrures dans les pièces de pont principales, afin de permettre à cet anneau de se conformer aux divers mouvements du pont.

L'eau sous pression se rend aux distributeurs en traversant la première moitié du tuyau annulaire, le tube intérieur du presse-étoupe et finalement une conduite articulée (à cause du mouvement de bascule dans le soulèvement du pont); trois tiroirs mus par volants permettent ensuite de la distribuer, soit au cylindre d'élévation, soit à l'un des cylindres de rotation.

Le retour de l'eau à la station s'effectue par les distributeurs, le tube extérieur du presse-étoupe et la seconde moitié du tuyau annulaire.

A fin de course, l'accès de l'eau est interrompu automatiquement au moyen d'un levier; un avertisseur électrique et un indicateur mécanique préviennent, en outre, le mécanicien que la rotation peut commencer.

Lorsque le pont est abaissé, il ne s'exerce sur le piston vertical que la pression du réservoir de retour situé à un niveau plus élevé; elle est suffisante pour supporter le poids du piston et de la colonne.

Les cylindres de rotation (fig. 8 et 9, pl. XX), reposent sur une plate-forme spéciale, entre les semelles inférieures du petit bras, et forment un certain angle avec l'axe du pont. En agissant sur le piston d'un des cylindres (par un temps calme, il faut une pression de 33 atmosphères), le double câble qui forme moufle se déroule de la couronne en fonte scellée sur la pile et le pont tourne. Ce mouvement détermine l'enroulement du second câble et le refoulement du second piston dans son cylindre.

Comme les câbles s'allongent beaucoup, surtout au début, on a disposé de longues vis de tension qui traversent les supports des cylindres et qui permettent un serrage des câbles détendus. Afin de conserver la tension durant la rotation, les extrémités des pistons sont reliées par un câble plus léger qui passe sur une poulie portée par un ressort.

Les ancrages des câbles dans les piles de rotation sont disposés de telle façon qu'ils embrassent le plus possible de maçonnerie. On peut accéder aux plaques de fondation au moyen de cheminées ménagées dans les piles.

S.

MÉTALLURGIE

ESSAIS RÉCENTS DE PLAQUES EN ACIER CÉMENTÉ (1895-1896)

Dans une précédente étude (1) nous avons résumé, d'après le *Stahl und Eisen*, divers essais particulièrement remarquables effectués au polygone de Meppen sur certaines plaques en acier cémenté de l'usine Krupp.

Nous complétons aujourd'hui ces renseignements en signalant quelques épreuves plus récentes pratiquées sur des plaques de même provenance.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVIII, n° 24, p. 374.

Ces derniers essais confirment bien, du reste, les résultats que nous indiquions précédemment : certaines plaques Krupp présentent une absence de fragilité remarquable, et, comme elle réussissent à déterminer la rupture du projectile au premier instant du contact, elles supportent ainsi, sans aucune avarie apparente, des chocs d'énergie très considérables. Il y a là un résultat des plus intéressants, qui tient peut-être en partie à la qualité des projectiles; il faut reconnaître toutefois qu'il n'a pas encore été obtenu d'une façon aussi persistante par nos usines françaises. Cependant quelques-unes d'entre elles ont réalisé dans cette voie des tentatives fort heureuses dont les résultats donnent à penser qu'elles peuvent arriver, elles aussi, à éviter au même degré la fragilité. En ce qui concerne la résistance à la perforation proprement dite, elle peut se définir sur les plaques Krupp par une vitesse dépassant d'environ 30 à 40 % la vitesse de perforation de l'acier ordinaire, et, à ce point de vue, les plaques Krupp ne paraissent pas dépasser les résultats des derniers essais effectués sur les plaques provenant de nos diverses usines.

Nous avons réuni les renseignements relatifs à quatre plaques Krupp essayées vers la fin de l'année 1895 et dans le cours de l'année 1896, lesquelles ont donné des résultats particulièrement remarquables. Nous résumons ces résultats dans le grand tableau ci-après, et, pour faciliter les rapprochements, nous reproduisons en même temps les résultats obtenus sur diverses plaques américaines et françaises.

Dans l'établissement de ce tableau, pour permettre d'apprécier la rigueur des divers essais, nous avons indiqué, à côté de la vitesse de tir, la vitesse de perforation de la plaque en fer et celle de la plaque en acier ordinaire, calculées toutes deux d'après la formule Jacob de Marre, ainsi que nous l'avons fait dans nos études précédentes.

Nous avons indiqué, en même temps, les rapports correspondant à ces diverses vitesses, lesquels mesurent en quelque sorte la rigueur de l'épreuve. Nous avons établi ces rapports en partant de la vitesse de perforation de la plaque isolée, en fer ou en acier, ce qui donne par suite des chiffres trop élevés pour ces rapports, puisqu'on ne tient pas compte de la résistance du massif d'appui.

Cependant, lorsque la plaque éprouvée a été traversée, nous avons cru utile de calculer en même temps la vitesse de perforation de la plaque en fer ou en acier ordinaire appuyée, puisque le massif intervient alors nécessairement pour son compte dans la résistance opposée au passage du projectile.

Ce calcul a été fait toutes les fois que nous avions des données suffisantes sur la composition du massif d'appui, et nous avons déduit les rapports correspondant aux plaques appuyées, lesquels sont, comme il fallait s'y attendre, sensiblement inférieurs à ceux qu'on obtient pour les plaques isolées.

Les trois plaques Krupp essayées en octobre 1895, nos 475, 476 A et 476 B, ont reçu chacune un nombre de coups considérable, dont quelques-uns ont même déterminé la perforation sans qu'elles aient présenté cependant de fentes graves.

La plaque n° 475, de 100 millimètres d'épaisseur, a reçu le choc de treize projectiles, dont un du calibre de 88 millimètres, six de 105 millimètres, un de 120 millimètres, et cinq de 150 millimètres, lesquels se sont tous brisés, ce qui a facilité, du reste, la résistance de la plaque; mais cinq d'entre eux cependant ont pu traverser.

La plaque a pu résister sans être complètement brisée; il s'est détaché seulement quelques morceaux peu importants.

Dans le tir avec les boulets de 105 millimètres, la plaque n'a pas été traversée à la vitesse donnant le rapport de 1,56 pour la plaque isolée, chiffre qui correspondrait, d'ailleurs, à 1,35 environ pour les plaques appuyées; toutefois la pénétration atteignait dans ce cas 81 millimètres et était donc voisine de l'épaisseur de la plaque.

Un autre projectile, tiré avec le rapport de 1,58, a d'ailleurs traversé, bien que la plaque fût alors appuyée sur un sommier en fer dont l'épaisseur n'est pas indiquée mais qui devait présenter sans doute une résistance très appréciable.

Le boulet de 150 millimètres a traversé, à une vitesse donnant le rapport de 1,33 pour la plaque isolée et 1,24 pour la plaque appuyée. Cependant un autre projectile de même calibre, tiré avec le rapport de 1,70, n'a pas traversé, mais la plaque était appuyée, dans ce cas, sur le sommier en fer que nous venons de mentionner, et il faut tenir compte, d'autre part, de la qualité intrinsèque des projectiles, laquelle influe grandement sur les résultats, comme on le voit par ces exemples d'une façon manifeste.

La plaque n° 476 A, en acier nickel cémenté, avait 80 millimètres d'épaisseur; elle a reçu de son côté neuf coups, dont deux tirés avec le projectile de 88 millimètres, six avec celui de 105 millimètres, et un avec celui de 150 millimètres.

Avec le petit calibre, les vitesses de tir ont atteint 1 et 1,34 par rapport à la vitesse de perforation de la plaque en acier ordinaire isolée, et cependant la plaque n'a pas été traversée avec le calibre de 105 millimètres. Les rapports correspondant aux différentes vitesses de tir ont varié de 1,26 à 1,80 par comparaison avec l'acier ordinaire isolé; la perforation a été dépassée avec le chiffre de 1,66, et elle n'a

Tableau résumant divers essais de plaques cémentées, récemment exécutés (1895-1896).

NATURE et PROVENANCE DES PLAQUES	DATE DE L'ESSAI	LIEU de L'ESSAI	DIMENSIONS DES PLAQUES — LONGUEUR	LARGEUR	ÉPAISSEUR	NUMÉROS DES COUPS	PROJECTILES — CALIBRE	POIDS	VITESSE	VITESSE DE PERFORATION DE LA PLAQUE EN FER	RAPPORT DE LA VITESSE DE TIR A LA PERFORATION DU FER ISOLÉ	VITESSE DE PERFORATION DE L'ACIER ISOLÉ	RAPPORT DE LA VITESSE DE TIR A LA PERFORATION DE L'ACIER ISOLÉ	RAPPORT DU CALIBRE A L'ÉPAISSEUR	PÉNÉTRATION	EFFETS sur LE PROJECTILE	EFFETS SUR LA PLAQUE
			mètres	mètres	millim			kilogr.	mètres								
Plaque de forme plane en acier au nickel Krupp. Plaque N° 475 cémentée.	16-19 octobre 1895.	Meppen.	2,50	1,50	100	I	88	7 »	528,4	450	1,17	525	1 »	0,88	15	Projectile brisé.	*Écaille* de 80^{mm} de diamètre et 7^{mm} de profondeur détachée au point d'impact. Pas de bombement à l'arrière.
Sommier en chêne de 30^{cm} d'épaisseur s'appuyant sur un sommier en fer forgé renforcé par 2 plaques de 20^{mm}. 8 boulons de fixation de 55^{mm} enfoncés de 50^{mm} (boulons en acier au nickel).						II	105	16 »	393,1	332	1,18	397	1 »	1,05	5	Id.	*Écaille* de 100^{mm} de diamètre et 5^{mm} de profondeur avec une fissure fine entourant le point d'impact. Pas de bombement à l'arrière.
						III	105	16 »	484,8	332	1,45	397	1,22	1,05	9	Id.	*Exfoliation* de 100^{mm} de diamètre au point d'impact. Bombement à l'arrière sans fente de 125^{mm} de diamètre et 5^{mm} de hauteur.
						IV	105	16 »	620,1	332	1,86	397	1,56	1,05	81	Id.	*Pas de fissure.* Exfoliation détachée de 70^{mm} de diamètre et de 20^{mm} de profondeur au point d'impact. Bombement à l'arrière de 45^{mm} de hauteur et de 300^{mm} de diamètre avec fines fissures rayonnantes.
						V	150	40 »	406,5	274	1,45	328	1,23	1,50	20	Id.	*Impact* de 20^{mm} de profondeur et de 150^{mm} de diamètre. Exfoliation détachée depuis le bord du trou V jusqu'au trou IV. Bombement à l'arrière de 200^{mm} de diamètre et 18^{mm} de hauteur sans fissure. Tous les boulons intacts.
Sommier en chêne de 60^{cm}. 4 boulons de fixation.						VI	120	26 »	500,7	288	1,73	344	1,45	1,20	?	Id.	*Impact* de 180^{mm} de diamètre situé près du coup II, les deux exfoliations II et VI se confondent. Une fente entre les impacts III et IV. Bombement à l'arrière de 300^{mm} de diamètre et 35^{mm} de hauteur avec légère fente verticale.
Id.						VII	150	51 »	409 »	app. 288 isol. 244	1,42 1,67	328 290	1,24 1,33	1,50	Traversé.	Id.	*Plaque traversée.* Diamètre du trou de pénétration 155^{mm} × 156^{mm}. Le morceau de plaque pesant 19 kilogr. a été enfoncé dans le madrier du massif. Bombement de 60^{mm} autour du trou de sortie.
Sommier en fer forgé dans sommier en chêne.						VIII	105	16 »	608,6	332	1,83	397	1,53	1,05	75	Id.	*Point d'impact* exfolié circulairement sur 75^{mm} de profondeur et 180^{mm} de diamètre. Bombement à l'arrière de 250^{mm} de diamètre et 35^{mm} de hauteur avec fissures horizontales.
						IX	150	45,5	612,4	257	2,49	307	2,09	1,50	Traversé.	Id.	*Plaque traversée.*
						X	150	45,5	523,6	257	2,03	307	1,70	»	20	Id.	*Trou de pénétration* de 20^{mm} de profondeur seulement. Forte déformation de la plaque.
						XI	150	45,5	574,2	257	2,23	307	1,85	»	Traversé.	Id.	*Plaque traversée.*
						XII	105	16 »	669,9	332	2 »	397	1,70	»	Traversé.	Id.	*Plaque traversée.* Trou de pénétration 110^{mm} × 120^{mm}. Le morceau de plaque et l'ogive de l'obus soudés ensemble se sont enfoncés dans le massif. Bombement de 60^{mm} dans les plaques de tôle arrière du massif. Écailles détachées au trou de pénétration.
						XIII	105	16 »	630,1	332	1,89	397	1,58	»	Traversé.	Id.	*Plaque traversée.* Le point d'impact situé entre deux fentes localisées. Trou de pénétration de 110^{mm} × 150^{mm}. Un morceau de plaque de 7 kilogr. enfoncé dans le massif. Un des boulons de fixation a ses filets de vis arrachés.
Plaque de forme plane en acier au nickel Krupp. Plaque N° 476 A cémentée.	16-19 octobre 1895.	Meppen.	1,21	1,70	80	I	88	7 »	453,7	380	1,19	449	1 »	1,1	5	Id.	*Aucune fente.* Diamètre du trou d'impact 80^{mm}, profondeur 5^{mm}. Pas de bombement à l'arrière.
Sommier en chêne de 30^{cm} d'épaisseur s'appuyant sur un sommier en fer forgé renforcé par 2 plaques de 20^{mm}. 4 boulons de fixation de 55^{mm} en acier au nickel.						II	88	7 »	606,8	380	1,59	449	1,34	»	?	Id.	*Diamètre du trou* d'impact 120^{mm}. L'ogive du projectile soudée au point d'impact. Bombement à l'arrière sans fissure de 150^{mm} de diamètre et 13^{mm} de hauteur.
						III	105	16 »	430,4	287	1,49	339	1,26	1,19	?	Id.	*Diamètre du trou* d'impact : 120^{mm}, écaille de 40^{mm} au bord. Bombement à l'arrière de 225^{mm} de diamètre et 30^{mm} de hauteur avec forte fissure rayonnante.
						IV	105	16 »	464,1	287	1,68	339	1,36	»	35	Id.	*Diamètre du trou* d'impact : 140^{mm} ; exfoliation sur le bord. Bombement de 250^{mm} de diamètre à l'arrière sans fissure.
						V	150	40 »	406,5	app. 303 isol. 237	1,34 1,70	339 281	1,19 1,44	1,70 »	Traversé.	Id.	*Cible traversée* de part en part, trou de pénétration de 180^{mm} de diamètre, écaillé de 10^{mm} de largeur et de 5^{mm} de profondeur sur le bord. Trou de sortie en plusieurs morceaux à l'arrière (120^{mm} de diamètre et de 80^{mm} de profondeur).
Pas de sommier en chêne.						VI	105	16 »	516,3	287	1,79	339	1,51	1,19	10	Id.	*Trou d'impact* de 100^{mm} de diamètre avec fente circulaire. Bombement sans fissure à l'arrière de 125^{mm} de diamètre et 5^{mm} de hauteur.
Id.						VII	105	16 »	616,4	287	2,13	339	1,80	»	Traversé.	Id.	*Plaque traversée* à 150^{mm} du can inférieur. Trou de 350^{mm} × 200^{mm}.
Id.						VIII	105	16 »	565,8	287	1,95	339	1,66	»	Traversé.	Id.	*Plaque traversée.* Trou de 130^{mm} × 110^{mm} morceau de plaque détaché de 11 kilogrammes.



NATURE et PROVENANCE DES PLAQUES	DATE DE L'ESSAI	LIEU de L'ESSAI	DIMENSIONS DES PLAQUES			NUMÉROS DES COUPS	PROJECTILES			VITESSE DE PERFORATION DE LA PLAQUE EN FER	RAPPORT DE LA VITESSE DE TIR A LA PERFORATION DU FER ISOLÉ	VITESSE DE PERFORATION DE L'ACIER ISOLÉ	RAPPORT DE LA VITESSE DE TIR A LA PERFORATION DE L'ACIER ISOLÉ	RAPPORT DU CALIBRE A L'ÉPAISSEUR	PÉNÉTRATION	EFFETS sur LE PROJECTILE	EFFETS SUR LA PLAQUE
			LONGUEUR	LARGEUR	ÉPAISSEUR		CALIBRE	POIDS	VITESSE								
			mètres	mètres	millim.			kilogr.	mètres								
Pas de sommier en chêne.	16-19 octobre 1895.	Meppen.	1,21	1,70	80	IX	105	16 »	541.1	287	1,87	339	1,59	»	80	Projectile brisé.	*Trou d'impact* de 150mm × 180mm. Bombement à l'arrière de 300mm de diamètre et 100mm de hauteur.
Plaque de forme plane en acier au nickel Krupp. Plaque 476 B cémentée. Sommier en chêne de 30cm s'appuyant sur un sommier en fer forgé par 2 plaques de 20mm. 4 boulons en acier au nickel de 55mm.	16-19 octobre 1895.	Meppen.	1,14	1,50	80	I	88	7 »	452,2	380	1,18	449	1 »	1,1	2	Id.	*Trou d'impact* de 40mm de diamètre arrière intact.
						II	88	7 »	585 »	380	1,54	449	1,30	»	10	Id.	*Trou d'impact* de 150mm de diamètre avec l'écaille détachée sur le bord. Bombement sans fissure à l'arrière de 125mm de diamètre et 5mm de hauteur.
						III	88	7 »	608,7	380	1,60	449	1,35	»	18	Id.	*Trou d'impact* de 160mm de diamètre; forte exfoliation et écaille détachée à la partie superficielle au point d'impact. Bombement sans fissure à l'arrière diamètre 200mm, hauteur 13mm.
						IV	105	16 »	419,6	app. 364 isol. 287	1,15 / 1,46	app. 406 isol. 339	1,04 / 1,23	1,19 / »	Morceau de plaque arraché.	Id.	*Morceau de 80mm* de diamètre détaché de la plaque; le bord du trou fortement exfolié. Diamètre du trou d'impact 60mm, profondeur 10mm. Le morceau détaché de la plaque et la pointe de l'ogive de l'obus se trouvaient loin derrière la plaque. Tous les boulons intacts. Pas de débris de projectile dans le sommier.
Krupp. Plaque posée sur matelas en bois aux 2 tôles à l'arrière. La plaque avait quelques criques superficielles.	28 août 1896.	Meppen.	3,50	2,50	368	I	305	324,6	658 »	383	1,71	489	1,34	0,83	Non mesuré.	Brisé, l'ogive reste engagée dans l'impact.	La plaque n'a aucune fente.
						II	»	324,65	657,5	382	1,71	488	1,34	0,83	Non mesuré.	Id.	Id.
						III	»	325,75	656 »	381	1,71	487	1,34	0,83	0,700	Le projectile reste engagé dans la plaque.	La plaque présente de nombreuses écailles superficielles détachées autour de l'impact, un morceau est enlevé.
Carnegie. Tourelle de *l'Iowa*.	10 janvier 1896.	Indian Head.			203		152	45,35	514 »	435	1,18	511	1 »	0,70	0,01	Le projectile est brisé.	La plaque est fendue en 4 morceaux.
							»	»	562 »	435	1,29	511	1,10	0,70	0,05	Id.	Le morceau attaqué est brisé.
Carnegie. Tourelle de *l'Iowa*. Massif d'appui en bois, de 0m 422.	12 février 1896.	Indian Head.	5,84	1,422	177		152	45,35	493 »	390	1,26	466	1,05	0,85	0,05	Brisé, la pointe de l'ogive reste soudée.	Il se détache seulement quelques écailles, les fentes augmentent de profondeur.
		La plaque présente 2 grandes criques.							552 »	390	1,41	466	1,18	»	»	Id.	Il se détache seulement quelques écailles, il ne se produit aucune fente nouvelle.
Carnegie. Tourelle de *l'Iowa*. Massif d'appui en bois, de 0m 914.	27 février 1896.	Indian Head.	3,65	3,32	305		305	324.6	420 »	338	1,26	391	1,10	1 »	0,33	Le projectile rebondit cassé en deux.	Il se détache seulement quelques écailles.
					»		»	»	533 »	338	1,57	391	1,36	1 »	»	Le projectile se brise, l'ogive reste soudée dans l'impact.	Il se détache quelques écailles, une fente réunit les deux impacts.
					»		»	»	528 »	338	1,56	391	1,35	1 »	0,438	Id.	La fente s'aggrave.
Carnegie. Plaque cintrée du *Kearsage* en acier nickel cémenté. Massif d'appui en bois, de 0m 304, avec 2 tôles de 0m 016.	17 nov. 1896.	Indian Head.	»	»	338	I	254	225,9	400 »	378	1,05	479	0,83	0,75	0,10	Le projectile se brise, l'ogive reste soudée dans l'impact.	La plaque n'a aucune crique, un morceau superficiel est détaché.
						II	254	226,80	530 »	378	1,40	479	1,11	0,75	0.18	Le projectile se brise en menus fragments, une partie de l'ogive reste soudée.	La plaque n'a aucune crique.
		Indian Head.			254	I	203	95.25	640 »	409	1,56	512	1,25	0,80	0,178	Le projectile est brisé.	La plaque n'a aucune fente.
						II	203	»	640 »	409	1,56	512	1,25	»	»	Id.	Id.
						III	203	»	853 »	409	2,08	512	1.66	»	»	Le projectile traverse.	Id.
						IV	203	»	823 »	409	2 »	512	1.61	»	»	Id.	Id.
						V	203	»	742 »	409	1,79	512	1,44	»	»	Id.	Id.
MM. Marrel frères, de Rive-de-Gier. Ceinture du *Charlemagne*. La plaque est appuyée sur un massif en bois de 0m 200, avec 2 tôles de 0m 012. La plaque présentait une crique préexistante.	18 sept. 1896.	Gavre.	4,418	2,036	395 150	I	274	»	525 »	349	1,50	438	1,20	1,10	»	Le projectile se brise, l'ogive reste engagée dans l'empreinte.	La plaque n'a qu'une fente superficielle.
						II	274	»	559 »	349	1,50	438	1,28	1,10	»	Id.	La plaque présente une fente verticale en dehors de la fente due à la crique préexistante.
						III	274	»	675 »	396	1,70	450	1,50	1,10	»	Le projectile traverse.	Il ne se produit aucune fente nouvelle.
Châtillon-Commentry. Plaque d'étude.	10 juillet 1896.		2,25	1,25	250	I	24	»	620 »	372	1,66	467	1,32	»	0,150	Le projectile se brise, l'ogive reste engagée dans l'impact.	La plaque n'a aucune fente.
						II	»	»	650 »	372	1,74	467	1,34	»	0,180	Le projectile se brise, l'ogive reste engagée dans l'impact.	Id.
.	17 août 1896.					III	»	»	689 »	372	1,79	467	1,47	»	»		Id.
						IV	»	»	730 »	372	1,95	467	1,56	»	»	Le projectile traverse.	La plaque a seulement quelques criques superficielles et une fente dans l'impact n° 2.
		La plaque supporte ensuite le tir de 2 boulets de 164mm et de 2 boulets de 196mm, sans présenter aucune fente.															

pas été atteinte avec celui de 1,51. Avec le calibre de 150 millimètres la perforation a été atteinte au seul coup tiré avec le rapport de 1,44 correspondant même à 1,19 seulement, si on tient compte du massif d'appui dans le calcul de la vitesse de perforation.

Quant à la plaque n° 476 B, de 80 millimètres d'épaisseur également, elle a supporté quatre coups tirés, trois avec le projectile de 88 millimètres, et un avec celui de 105 millimètres. Elle a arrêté les trois boulets de petit calibre tirés à des vitesses variant de 1 à 1,35, et elle peut être considérée en quelque sorte comme ayant été traversée avec le boulet de 105 millimètres, le morceau atteint s'étant détaché : la vitesse de tir donnait alors un rapport de 1,23 par comparaison avec la plaque d'acier isolée, et 1,04 pour la plaque appuyée.

La quatrième plaque, essayée le 28 août 1896, avait 368 millimètres d'épaisseur; elle a été attaquée avec le canon de 305 millimètres et elle a arrêté trois projectiles tirés avec une vitesse donnant le rapport de 1,34 par comparaison avec l'acier ordinaire.

Comme la pénétration mesurée au troisième coup atteignait à peu près le double de l'épaisseur de la plaque, on voit que la résistance du massif d'appui est intervenue pour une part appréciable, et que, par suite, le chiffre de 1,34 se trouve trop élevé.

Pour permettre la comparaison avec ces plaques Krupp, nous reproduisons, comme nous l'indiquions plus haut, les résultats obtenus sur diverses plaques récemment essayées, dont quatre de fabrication américaine et deux de fabrication française.

Parmi les plaques américaines nous mentionnerons plus spécialement celle du *Kearsage*, provenant de l'usine Carnegie, qui avait 338 millimètres d'épaisseur et a été essayée cintrée. Elle a reçu deux projectiles de 254 millimètres, tirés, l'un à la vitesse de 400 mètres correspondant au rapport de 0,83 avec l'acier isolé, l'autre à celle de 530 mètres correspondant au rapport de 1,11 : elle a brisé les deux projectiles sans présenter aucune fente, un morceau superficiel seulement s'est détaché.

La seconde plaque, de 254 millimètres d'épaisseur, fut essayée avec le canon de 203 millimètres; elle supporta cinq coups sans présenter aucune fente.

Deux projectiles, tirés à la vitesse de 640 mètres correspondant au rapport de 1,25 avec la perforation de l'acier isolé, se brisèrent en donnant une pénétration de 178 millimètres; les trois autres, tirés avec des vitesses correspondant au rapport de 1,44 et au-dessus, traversèrent la muraille : ce qui montre nettement que le rapport correspondant à la perforation stricte de la plaque était déjà bien inférieur à ce chiffre, puisqu'il faudrait défalquer le terme correspondant à la résistance du massif d'appui.

Citons encore une plaque essayée à Indian Head, le 13 mai 1896, pour la Russie. Nous ne l'avons pas fait figurer dans le tableau, car l'épaisseur exacte aux divers impacts n'était pas indiquée, ce qui ne nous a pas permis de calculer les vitesses de perforation correspondantes des plaques en fer et en acier de même épaisseur.

Cette plaque était en acier dur laminé d'après le procédé Corey; elle avait 4m 87 de long sur 1m 83 de large, pour une épaisseur décroissante allant de 203 millimètres à 101 millimètres.

Elle subit le choc de neuf projectiles qu'elle arrêta tous sans présenter aucune crique : six projectiles du calibre de 152 millimètres furent tirés à des vitesses variant de 562 à 654 mètres, et trois autres, du calibre de 101 millimètres furent tirés à des vitesses de 600 mètres environ. Les neuf projectiles furent complètement brisés.

Le tableau suivant résume ces conditions d'essai :

Numéro du coup.	Calibre.	Vitesse.	Pénétration.
—	Millimètres.	Mètres.	Millimètres.
1	152	574	127
2	»	556	127
3	»	574	127
4	»	562	152
5	»	568	152
6	101	606	50
7	»	596	50
8	»	597	50
9	152	654	178

Parmi les plaques françaises, nous citerons une plaque du *Charlemagne*, des usines de Rive-de-Gier, appartenant à MM. Marrel frères, laquelle fut essayée dans les conditions de rigoureuse exactitude qu'apporte la marine française dans l'exécution de ses épreuves, et elle donna des résultats remarquables mesurant en quelque sorte la résistance qu'on peut attendre en fabrication courante des plaques de très bonne qualité.

Cette plaque, dont l'épaisseur variait de 395 millimètres à 150 millimètres, fut essayée avec les projectiles de 274 millimètres dans une région présentant une épaisseur égale au calibre : elle reçut le choc de trois projectiles tirés avec des vitesses correspondant aux rapports de 1,20, 1,28 et 1,50 par comparaison avec la plaque d'acier isolée.

Les deux premiers projectiles se brisèrent, en produisant seulement deux fentes résultant de l'existence d'une tapure antérieure, et le dernier seul traversa, sans produire, du reste, sur la plaque aucune fente nouvelle.

Citons enfin la plaque d'étude en acier spécial, de 250 millimètres, présentée par l'usine de Montluçon, laquelle fut essayée d'abord avec le canon de 24 centimètres; elle supporta, sans présenter aucune fente, quatre coups dont l'un même put provoquer la perforation avec une vitesse de tir représentant 1,56 de la perforation de l'acier ordinaire isolé.

On tira ensuite quatre autres coups, dont deux avec le canon de 164 millimètres et deux avec celui de 194 millimètres, en atteignant toujours des vitesses supérieures à 800 mètres, sans déterminer sur la plaque aucune fente, bien que certains des impacts fussent particulièrement rapprochés.

Il y a là un résultat fort remarquable qui, s'ajoutant à ceux des tirs de recette de nos diverses usines, montre d'une façon frappante que notre fabrication française peut supporter sans crainte la comparaison avec les produits étrangers les plus renommés, tant au point de vue de la résistance à la perforation qu'à celui de l'absence de fragilité.

L. Baclé,
Ingénieur civil des Mines,
Ancien élève de l'École Polytechnique.

EXPOSITIONS

L'INDUSTRIE HONGROISE

à l'Exposition du Millénaire, à Budapest (1896).

I. — Mines et métallurgie. — L'exposition nationale qui a eu lieu l'année dernière à Budapest, à l'occasion du millénaire de la Hongrie, se divisait en deux parties distinctes : une exposition historique et rétrospective, dont nous n'avons pas à parler ici, et une exposition montrant les progrès réalisés au cours de ce dernier quart de siècle dans les institutions, les arts et les différentes industries. Nous nous proposons de donner ici quelques indications sur l'état de l'industrie hongroise d'après la constatation qu'a permis d'en faire l'exposition du Millénaire.

Mines. — L'un des premiers effets de l'impulsion donnée à l'activité industrielle, provoquée par la reconnaissance de l'autonomie de la Hongrie, en 1867, fut une recherche plus soutenue, une exploitation plus énergique des richesses minérales du pays.

L'étendue des concessions minières, qui était de 46 238 hectares en 1874, a atteint aujourd'hui le chiffre de 71 290 hectares et est loin d'être arrivée à son plein développement.

Cependant, pour les métaux autres que l'or et le fer, certaines restrictions s'imposent :

Ainsi les mines et les usines à cuivre n'ont pu soutenir la lutte contre les masses énormes de ce métal, jetées par le Nouveau-Monde sur les marchés européens; aussi ne fabrique-t-on plus le cuivre que comme sous-produit du traitement des minerais d'or et d'argent : la production du cuivre qui, en 1867, était de 2 381 tonnes valant 87,30 florins (1) les 100 kilogr., n'est plus aujourd'hui que de 286 tonnes et sa valeur s'est abaissée à 49,70 florins les 100 kilogrammes.

Les mines d'antimoine traversent également une crise : l'antimoine

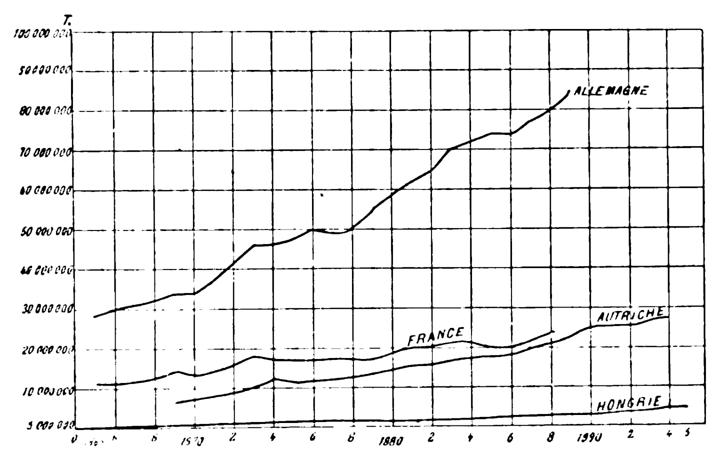


Fig. 1. — Tableau comparatif de la production houillère des différents États européens.

qui valait 93 florins les 100 kilogr. en 1880 ne se paie plus que 64 florins; la production de ce métal, qui a été de 1 200 tonnes, n'est plus que de 600 tonnes aujourd'hui. Les mines de nickel et de cobalt (région de Dopsina), qui envoyaient leurs minerais en Angleterre, ont vu se restreindre leurs débouchés par la découverte des gisements très importants de la Nouvelle-Zélande.

Enfin, les mines d'argent se maintiennent difficilement, ainsi que le prouvent les chiffres suivants :

Années.	Production en kilogr.	Valeur totale en florins.	Valeur du kilogr. en florins.
1880	17 444,0	1 569 934	90,0
1885	16 671,0	1 499 855	89,9
1890	17 049,7	1 597 907	93,7
1893	23 975,0	2 161 315	91,10
1894	20 155,0	1 217 186	60,40
1895	20 432,3	1 231 583	61,60

On voit que l'augmentation de la production n'arrive pas même à compenser la perte causée par la dépréciation du métal.

Mines d'or. — Ces restrictions faites, nous ne constatons plus que des progrès. Les mines d'or, en particulier, sont en pleine prospérité. On sait que la Hongrie occupe le second rang parmi les pays européens producteurs d'or, le premier étant tenu par la Russie à qui ses mines de l'Oural assurent la prépondérance.

(1) Le florin vaut environ 2 fr. 10.

Ici, c'est la Transylvanie qui constitue le district de l'or ; on ne compte pas moins de 112 concessions de mines d'or dans cette région. L'or s'y rencontre soit à l'état natif, soit à l'état de combinaison avec le soufre et le tellure. Parmi les minerais exposés, beaucoup attiraient l'attention. Pour donner une idée de la production, citons les mines de Múszár et de Ruda dont la production a décuplé dans les dix dernières années et qui ont fait, en 1895, la première 731 kilogr., la seconde, 549 kilogr. d'or. Les chiffres suivants indiquent la production totale du pays :

Années.	Production en kilogr.	Valeur totale en florins.	Valeur du kilogr. en florins.
1880	1 604,1	2 237 675	1 395
1885	1 719,3	2 384 349	1 395
1890	2 131,6	2 973 042	1 395
1893	2 499,9	4 095 882	1 638
1894	2 687,0	4 497 627	1 670
1895	3 187,3	4 869 956	1 640

Il est permis d'affirmer que l'augmentation de production des mines d'or est déterminée par les améliorations apportées dans ces dernières années aux procédés de traitement des minerais.

Parmi les usines où s'effectue le traitement des minerais d'or, celle de Schemnitz occupe une place importante. Entre autres produits remarquables, cette usine exposait des barres de tellure, des médailles coulées en tellure. Ce métal [1] est obtenu, à Schemnitz, par voie humide, comme sous-produit du traitement des minerais de tellure aurifère de Nagyag qui contiennent 2 à 3,5 % de tellure sous forme de tellurures d'or et d'argent. Une réduction, en petit modèle, de l'atelier de fabrication du tellure figurait à l'exposition. Cette fabrication est entrée dans la période industrielle, et le métal produit est vendu aux prix suivants :

Fig. 2. — Locomotive électrique, système Ganz, en service aux mines de Doman (Hongrie).

Tellure brut à 30 %	de tellure.	fl.	60	le kilogr. de tellure chimiquement pur contenu.
— — 30-60 %	—	—	70	— — —
— — 60-80 %	—	—	90	— — —
— — 80-95 %	—	—	100	— — —

Enfin, le tellure métallique raffiné et coulé en barrettes vaut 200 florins le kilogramme.

Une notable partie du métal fabriqué est exportée et employée en verrerie.

Mines de fer. — L'exploitation des mines de fer a pris, sous l'impulsion du mouvement industriel, des proportions de plus en plus considérables, ainsi que le montre le tableau ci-après :

	Production annuelle moyenne en tonnes.	Valeur en florins.
De 1881 à 1885.	582 435	1 691 426
De 1886 à 1890.	658 768	1 669 844
De 1893	973 431	2 355 272

Les gisements les plus puissants sont ceux de Gyalár en Transylvanie (7 kilomètres de long ; puissance de 90 à 120 mètres dans la région de Gyalár). Les hématites brunes et les limonites provenant des mines de Gyalár sont traitées à Vajda-Hunyad ; la production annuelle est de 150 000 tonnes de minerais. Citons ensuite :

1° Les gisements de Vaskö-Dagnacska, exploités par la Société austro-hongroise des Chemins de fer de l'État, où l'on rencontre le fer magnétique, l'hématite brune et l'hématite rouge. A quelque distance se trouvent, appartenant à la même société, les mines de fer manganésifère de Tirnova. La production annuelle totale, qui était de 45 000 tonnes en 1875 et de 90 000 tonnes en 1885, a atteint en 1895 le chiffre de 130 000 tonnes ;

2° Les gisements de Vashegy et de Rákos composés d'hématites brunes, de limonites et de fer spathique ; ces mines appartiennent à la Société métallurgique de Rimamurány qui produit 160 000 tonnes de minerais annuellement ;

3° Enfin, les mines de Rudobánya où l'on trouve de l'hématite brune, du fer spathique et du glaskopf ; ces minerais sont absorbés par les usines de Witkowitz, en Silésie. La couche productive est recouverte d'une épaisseur de 15 à 30 mètres de terrains stériles. Depuis trois ans on se sert, pour exploiter ce gisement, de dragues à vapeur capables d'enlever annuellement chacune 80 à 90 000 mètres cubes de déblai.

La production qui était en 1885, de 108 400 tonnes, s'est élevée, en 1895, à 230 073 tonnes. La couche exploitée a une puissance de 10 à 25 mètres sur une longueur de 8 kilomètres.

On rencontre, en outre, disséminés sur toute l'étendue du territoire, un nombre considérable de mines en cours d'exploitation, et de gisements non encore exploités, qui assurent l'avenir de l'industrie sidérurgique en Hongrie.

Houillères. — L'époque n'est pas encore bien lointaine où les vastes forêts de la Hongrie produisaient du charbon de bois en quantité largement suffisante pour les besoins industriels du pays ; aussi celui-ci resta-t-il longtemps sans se préoccuper de sa richesse en combustibles minéraux, et, tandis que les dépôts métalliques étaient connus et exploités depuis longtemps, un pur hasard fit découvrir, en 1750, les dépôts de lignites du Brennberg, près d'Oldenbourg.

Les combustibles fossiles se rencontrent en Hongrie sous toutes leurs formes, depuis la houille anthraciteuse jusqu'aux lignites des formations tertiaires. Mais comme ce sont ceux-ci qui prédominent, il en résulte que le pays se trouve dans une situation précaire quant à la fabrication de la fonte, qui exige des cokes de bonne qualité.

Les seuls grands producteurs de houilles à coke sont, actuellement, la Société austro-hongroise des Chemins de fer de l'État, qui emploie sa houille dans ses usines du Banat, et la Compagnie de navigation à vapeur du Danube, dont les houillères de Pecs et de Szabolcs sont trop éloignées des grands centres industriels, qui, comme par exemple les hauts fourneaux de Liker, préfèrent acheter une partie de leur coke en Silésie. Mais, si la fabrication de la fonte a été en quelque sorte entravée dans son développement par suite du manque de houilles à coke, celle de l'acier sur sole a pu prospérer d'une manière exceptionnelle, grâce à l'abondance de charbons éminemment propres à l'emploi aux gazogènes.

D'ailleurs, la production des charbonnages a considérablement augmenté. Notons spécialement ceux de la vallée du Zsil, où il semble que certaines couches d'origine moins récente pourront être employées à la fabrication du coke. Le tableau suivant indique la production des trois principaux producteurs :

	1875 Tonnes.	1885 Tonnes.	1895 Tonnes.
Compagnie de navigation à vapeur du Danube (région de Fünfkirchen). (Houilles du Lias.)	251 323	483 960	583 546
Société austro-hongroise des Chemins de fer de l'État (région de Resicza-Anina). (Houilles du Lias, carbonifère à Székul.)	236 000	352 000	400 000
Concessions de la vallée du Zsil (Société d'Urikany et Société de Salgo-Tarjan). (Crétacé.)	124 719	169 000	559 183

Le tableau ci-après résume le mouvement industriel houiller du pays :

	Lignites et houilles impropres à la fabrication du coke. Tonnes.	Houilles à coke. Tonnes.
Production . . 1885.	1 586 766	955 879
— . . 1894.	3 181 072	1 037 322
— . . 1895.	3 517 901	1 068 045

(1) Le tellure est un métalloïde et non un métal. Nous ne lui avons conservé la dénomination de métal que pour nous conformer à l'usage adopté par la Direction des usines royales de Schemnitz.

		Lignites et houilles impropres à la fabrication du coke.	Houilles à coke.
		Tonnes.	Tonnes.
Importation. .	1885.	49 856	361 502
— . .	1894.	159 951	1 043 110
Exportation. .	1885.	86 162	4 359
— . .	1894.	83 567	7 317
Consommation.	1885.	1 550 540	1 313 021
— . .	1894.	3 257 456	2 073 115

Matériel d'exploitation. — Quant au matériel d'exploitation, l'exposition a permis de constater le grand rôle qu'est appelée à jouer l'électricité dans l'industrie des mines.

Les mines de Székul, qui employaient jusqu'en 1895 les lampes de Wolf, à benzine, ont inauguré, en 1896, les premières en Hongrie, l'éclairage électrique par lampes à accumulateurs Bristol. Ces accumulateurs se composent de cuves à trois compartiments, en caoutchouc durci, remplies d'acide sulfurique étendu de huit fois son volume d'eau, et dans lesquelles plongent des plaques sans grille métallique. La capacité pratique de ces accumulateurs est de 6 ampères-heure par kilogramme de plaque.

Les pompes d'épuisement mues par l'électricité commencent aussi à se vulgariser. Au puits Vasas, à Fünfkirchen, une pompe de ce genre fonctionne depuis 1893. Au puits Kübeck, à Anina, on installe en ce moment une pompe électrique triplex, qui doit refouler par minute 550 litres d'eau à une hauteur de 200 mètres. Le moteur électrique fait 650 tours; l'arbre principal tourne à 60 tours par minute; les pistons ont 145 millimètres de diamètre et des courses de 230 millimètres.

Les houillères de Resicza-Doman ont inauguré, il n'y a pas longtemps, la traction électrique dans les galeries principales : l'installation complète a été fournie par la maison Ganz et Cie. La machine primaire a dû, pour des raisons particulières, être placée au siège d'exploitation de Szécsen. Le courant descend dans le puits de Szécsen jusqu'à la galerie principale de Doman; là, l'un des câbles se relie à la ligne aérienne qui suit la voie ferrée; le retour se fait par les rails. Entre les rails on a disposé un câble dit *câble de retour*, relié aux rails de distance en distance. Parallèlement au conducteur aérien, dit câble d'alimentation, se trouve un second fil sur lequel s'opère la prise de courant au moyen d'un trolley. La dynamo génératrice est une machine à quatre pôles, à courant continu de 550 volts et 100 ampères, qui fait 400 tours par minute; elle est actionnée par une machine à vapeur à grande vitesse de 80 chevaux à tiroir équilibré Rieder qui fait 160 tours à la minute. La locomotive (fig. 2) a une puissance effective de 30 chevaux; elle traine, à une vitesse de 12 kilomètres, des trains de 40 à 50 wagonets de 330 kilogr. chargés chacun d'un poids de 600 à 640 kilogrammes.

La perforation électrique vient d'être appliquée dans les mines de Vaskö-Dognacska; les appareils employés sont des perforateurs à percussion Siemens et Halske. Les moteurs se trouvent dans des caisses portatives, et actionnent les perforateurs au moyen de tiges flexibles. La dynamo génératrice marche à 230 volts et 6 ampères et fait 1 400 tours à la minute; elle est elle-même commandée par un moteur à pétrole qui fait 188 tours. Les moteurs ont des puissances effectives d'un cheval-vapeur. Les fleurets ont des longueurs de 500, 900, 1 300 millimètres et des tranchants de 43, 34, 28 millimètres de large.

Avec ces appareils on peut, en roches dures, obtenir un trou d'un mètre en 18 à 21 minutes, soit de 48 à 55 millimètres par minute.

Ch. Rosambert,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

UTILISATION DES COMBUSTIBLES

(Suite [1].)

Combustion des gaz hydrocarburés. — Les corps les plus simples à étudier, après l'hydrogène et le carbone, sont les deux gaz formés par la combinaison de ces deux éléments.

Le premier, l'hydrogène protocarboné ou gaz des marais, constitue la presque totalité du grisou des houillères et la plus grande partie des gaz d'éclairage : on le considère comme formé d'un volume de vapeur de carbone uni à deux volumes d'hydrogène et condensés en un volume. Porté au rouge, ce gaz se décompose en carbone solide et en hydrogène; mais quand on le brûle par un courant d'oxygène et d'air, sa flamme n'est pas éclairante, ce qu'il faut attribuer à ce que, la décomposition ne se faisant qu'à haute température, les deux corps brûlent tous deux au moment où ils se séparent, sans qu'il y ait pendant un instant des particules solides en suspension dans la flamme et portées à l'incandescence.

[1] Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 18, p. 282, et n° 19, p. 301.

L'hydrogène formant le quart du poids total, la somme des pouvoirs calorifiques, pour 1 kilogramme de gaz, comprend :

Pour 0kg75 de carbone	0,75 × 8 080 =	6 060 calories
Pour 0kg25 d'hydrogène	0,25 × 34 462 =	8 615 —
	Soit en tout. . .	14 675 calories
Le pouvoir calorifique réel mesuré est de		13 063 —
	La différence. . .	1 612 calories

comprend la chaleur équivalente au travail de compression de $\frac{1}{2} \times 11^{m3}20$ d'hydrogène, soit 136 calories, et en plus 1 488 calories qui représenteraient la chaleur de combinaison entre le carbone solide et l'hydrogène comprimé à deux atmosphères.

Cependant il parait plus rationnel de considérer le carbone comme gazeux dans la combinaison : le pouvoir calorifique du mélange serait alors :

Pour 0kg75 de carbone gazeux	0,75 × 11,191 =	8 393 calories
Pour 0kg25 d'hydrogène	0,25 × 34 462 =	8 615 —
Soit en tout pour le mélange. . .		17 008 calories
Tandis que la combinaison donne. . .		13 063 —
La différence. . .		3 945 calories

est la chaleur de combinaison entre le carbone gazeux et l'hydrogène pris sous la pression ordinaire, sous déduction de 272 calories correspondant à deux volumes disparus.

La densité de l'hydrogène protocarboné étant 0,556, 1 kilogramme de ce gaz occupe un volume de $\frac{1}{0,556 \times 1,293} = 1^{m3}391$; sa combustion exige 4 kilogr. d'oxygène ou 17kg 32 d'air occupant un volume de 13m3 32 et renfermant 13kg 32 d'azote; elle produit un mélange de 2kg 25 de vapeur d'eau ou 2m3 75, avec 2kg 75 d'acide carbonique dont le volume est de 1m3 40, avec 13kg 32 d'azote de volume 11m3 5 soit en tout 15m3 65 à 0°.

La température théorique de combustion est :

$$\frac{13\,063}{2,25 \times 0,48 + 2,75 \times 0,22 + 13,32 \times 0,244} = 2\,647°.$$

par conséquent la dissociation joue son rôle et la température atteint réellement 1 700° comme avec les gaz isolés.

Le volume total des gaz, étant à 0° de 15m3 65, arrivera à la température de 1 700° environ à 97m3 37; si le diamètre de la buse à gaz est de 0,10, celui de l'orifice annulaire d'admission d'air sera 0,36 et celui du passage le plus large de 0,88, c'est-à-dire que l'entrée d'air sera beaucoup plus large, et la partie centrale deux fois plus large que dans le cas de l'hydrogène pur. L'hydrogène protocarboné se prêterait donc mieux que l'hydrogène au chauffage des grandes enceintes.

Cette différence tient d'ailleurs surtout à l'état de condensation de l'hydrogène dans ce composé.

La longueur de la flamme, commençant vers 700° pour finir vers 1 000°, serait au moins aussi grande que pour l'hydrogène, et plus grande que pour le carbone, à cause de la forte chaleur spécifique de la vapeur d'eau.

L'examen de l'hydrogène bicarboné conduit à des remarques parallèles aux précédentes.

Formé probablement de deux volumes de vapeur de carbone unis à deux volumes d'hydrogène pour faire 1 volume seulement de gaz, il se décompose facilement en abandonnant la moitié de son carbone, qui reste en suspension dans la flamme et lui donne un éclat particulier. A moins d'un mélange très intime et forcé avec l'air chaud, ce carbone se trouve en excès, brûle difficilement et produit de la fumée.

En poids, l'hydrogène forme 1/7 du gaz; la somme des pouvoirs calorifiques donne :

Pour 6/7 de carbone. . .	0,857 × 8,080 =	6 925 calories
Pour 1/7 d'hydrogène. .	0,144 × 33,462 =	4 928 —
Soit en tout		11 853 calories

Le pouvoir calorifique mesuré est de 11 858 calories. Ces chiffres sont donc égaux, en partant du carbone solide, et comme, en outre, il a disparu un volume de 0m3 8, avec un travail de 8 264 kilogrammètres ou 19 1/2 calories, on voit que la combinaison du carbone solide avec l'hydrogène gazeux correspond à une petite absorption de chaleur, provenant sans doute surtout de ce que le carbone passe à l'état gazeux; entre le carbone gazeux et l'hydrogène on aurait, au contraire, un dégagement de chaleur.

6/7 de carbone gazeux donnent :	0,857 × 11 191 =	9 520 calories
1/7 d'hydrogène donne	0,143 × 32 462 =	4 928 —
Total.		14 448 —
Pouvoir calorifique réel		11 858 —
Différence indiquant la chaleur de combinaison . .		2 590 calories

du carbone gazeux avec l'hydrogène dans la pression atmosphérique, après déduction de 272 calories rendues libres par la contraction comme pour l'hydrogène protocarboné.

La densité de l'hydrogène bicarboné étant 0,978, un kilogramme de ce gaz occupe un volume de $\frac{1}{0,978 \times 1,293} = 0^{m3}\,7905$; il contient :

Carbone. . . .	$0^k\,857$
Hydrogène. . .	$0^k\,143$

Sa combustion totale exige $3^k\,43$ d'oxygène ou $14^k\,85$ d'air occupant un volume de $11^{m3}\,45$ et renfermant $11^k\,42$ d'azote; la combustion produit un mélange de $3^k\,14$ d'acide carbonique $1^k\,29$ de vapeur d'eau et de $11^k\,42$ d'azote, le tout occupant un volume de $15^{m3}\,83$ en les ramenant à 0 degré.

La température théorique de combustion est :

$$\frac{11\,858}{5,14 \times 0,22 + 1,29 \times 0,48 + 11,42 \times 0,244} = 2\,894 \text{ degrés.}$$

Comme elle est supérieure aux limites de la dissociation, la température réelle est de 1 700 degrés comme dans les cas précédemment examinés.

Le volume des gaz produits, portés à cette température, dépasse un peu 98 mètres cubes; il en résulte que, pour une buse d'admission de $0^m\,10$ de diamètre, l'anneau d'admission d'air aurait pour diamètre extérieur $0^m\,40$ et le ventre aurait $0^m\,98$ de diamètre. La disproportion des dimensions du four est encore plus grande ici que pour le protocarbure, à cause de la densité du gaz combustible; de plus la flamme s'allonge encore en raison de la décomposition préalable que nous avons signalée. L'hydrogène carboné serait donc le gaz le plus favorable au chauffage des grandes enceintes s'il n'était rare partout, même dans le gaz d'éclairage.

Combustion des hydrocarbures liquides. — Les pétroles sont des mélanges d'hydrocarbures divers avec quelques produits d'oxydation et de sulfuration de ces mêmes hydrocarbures. En laissant de côté ces combinaisons accessoires, les pétroles naturels présentent presque toujours à l'analyse élémentaire des compositions très voisines de :

Carbone.	86	pouvoir calorifique. . .	6 949
Hydrogène.	14	— — . . .	4 824
TOTAUX. . .	100	calculé.	11 773

La formule de ces pétroles est donc fort voisine de celle de l'hydrogène carboné; le pouvoir calorifique calculé est aussi à peu près le même : mais il n'en est pas de même du pouvoir calorifique mesuré expérimentalement.

Dans la plupart des cas, les expérimentateurs ont trouvé des nombres voisins de 10 200 calories; cependant les résultats sont loin d'être constants, et certains pétroles bruts donneraient, paraît-il, 13 000 calories, soit autant que l'hydrogène protocarboné lui-même. Ce dernier nombre paraît très douteux, car l'hydrogène protocarboné, amené à l'état liquide par l'énorme pression qu'il exige, aurait un pouvoir calorifique diminué de toute la chaleur latente de vaporisation, qui est probablement supérieure à celle de l'eau. L'hydrogène protocarboné liquéfié aurait donc, selon toute vraisemblance, un pouvoir calorifique peu supérieur à 12 000.

Cependant cela n'est pas tout à fait impossible, car certains pétroles renferment des parties volatiles d'une inflammabilité extrême, ce qui peut faire admettre la présence de composés hydrocarburés instables, ayant une chaleur de combinaison très faible, sinon négative, et dont la combustion pourrait donner presque autant ou même plus de chaleur que le simple mélange des éléments, c'est-à-dire 14 500 ou 17 000 calories suivant que la substance se rapprocherait davantage de C^4H^4 ou de C^2H^4.

On ignore, en effet, complètement la vraie composition des pétroles, car on n'a pas le moyen de procéder à leur analyse immédiate, c'est-à-dire d'isoler chacun des hydrocarbures qui sont mélangés en dissolution réciproque. Quand on distille le pétrole brut, il se produit des phénomènes de pyrogénation très différents suivant les origines naturelles de la substance : on obtient une série de corps où le carbone domine presque toujours (en équivalents) par rapport à l'hydrogène, et dont la condensation moléculaire croissante est accusée par la diminution de la volatilité et par l'augmentation de la densité du liquide et des vapeurs. Et ce qui prouve le mieux que la distillation transforme les éléments primitifs au lieu de les séparer, c'est que les derniers produits, les résidus asphaltiques, sont infusibles et insolubles dans les liqueurs distillées; même quand on ne pousse pas très loin la distillation, on obtient une masse de gaz qui ne peut pas se dissoudre dans le mélange des liquides; et ce phénomène de transformation intime s'accomplit sur chaque fraction du liquide distillé reprise à la cornue, même quand on fait intervenir le vide pour diminuer l'intensité de la pyrogénation.

D'ailleurs des pétroles de même densité, de même composition élémentaire, se comportent très différemment dans des conditions de traitement identiques : l'un donnera 20 % d'huiles bouillant au-dessous de 250° et l'autre 80 %; et le résidu, plein de paraffine en Pensylvanie, en est presque dépourvu à Bakou et au Pérou.

Il y a là tout un ordre d'études presque indéfinies, qui ont été poursuivies fort loin par M. Le Bel, sans cependant toucher au but : ce qu'il faudrait pour connaître les conditions exactes de la combustion d'un pétrole, ce serait de séparer quantitativement tous ces éléments multiples dans des conditions telles que leur mélange reproduisît exactement le liquide primitif.

En l'absence de ces données, nous pouvons seulement faire état de ce que le pétrole fourni à l'industrie renferme d'ordinaire de 1 à 2 % d'oxygène, 13 ½ à 14 ½ d'hydrogène et 85 à 83 % de carbone, avec un pouvoir calorifique de 10 000 calories, et une chaleur latente moyenne de vaporisation de 120 calories.

A la combustion, les pétroles se comportent comme des hydrocarbures et non pas comme des composés ternaires, en ce sens que la distillation ne fournit pas d'eau, au moins en proportions notables, et ne produit pas des goudrons, mais des huiles de densités diverses; cependant certains d'entre eux, après une exposition plus ou moins longue à l'air, absorbent une assez forte proportion d'oxygène pour changer profondément de nature : tous les produits distillés sont alors chargés aussi en oxygène et appartiennent à la même série que les goudrons de houille.

Le pétrole ordinaire, 0,85 de carbone, 0,14 d'hydrogène et 0,01 d'oxygène, a une densité variant de 0,760 à 0,9 0; il exige pour sa combustion complète $3^{kg}\,38$ d'oxygène, ou $14^{kg}\,63$ d'air occupant un volume de $11^{m3}\,30$ et renfermant $11^{kg}\,25$ d'azote sous le volume de $11^{m3}\,59$; la combustion produit un mélange de $3^{kg}\,12 = 2^{m3}\,05$ d'acide carbonique, $1^{kg}\,26 = 2$ mètres cubes de vapeur d'eau, ce qui, avec l'azote, forme un volume total, à 0°, de $15^{m3}\,64$.

La température théorique de la combustion serait :

$$\frac{10\,000}{3,12 \times 0,22 + 1,26 \times 0,48 + 11,25 \times 0,244} = 2\,477^{\circ}.$$

Ce chiffre indique que la dissociation doit intervenir, mais que la température réelle doit atteindre le maximum obtenu réellement dans tous les cas précédents, soit 1 700 à 1 800°.

Les gaz brûlés à cette température ont un volume de :

$$15,64 \times (1 + 17 \times 0,366) = 113 \text{ mètres cubes.}$$

Par conséquent, les pétroles liquides se présentent comme très favorables au chauffage des grandes enceintes.

Cette propriété est encore exagérée par la disposition particulière de la flamme; à la sortie de l'orifice d'émission par lequel le pétrole est lancé par le foyer, il se produit d'abord, sous l'influence de la chaleur rayonnante des parois, une zone de distillation et de décomposition du liquide, zone qui reste relativement froide et autour de laquelle commence la combustion au fur et à mesure du mélange de l'air extérieur avec le combustible. La flamme tend donc à s'étaler autour d'une masse centrale moins chaude. Elle continue ensuite jusqu'à la fin des phénomènes de dissociation, c'est-à-dire aux environs de 1 000°. Il ne reste alors que des gaz brûlés, emportant encore avec eux environ 4 000 calories ou 40 % de la chaleur totale, que l'on peut récupérer en partie par les moyens ordinaires.

Dans l'industrie, le pétrole est employé sous trois formes différentes, dont chacune comporte des usages et des appareils de combustion particuliers.

Les essences sont des hydrocarbures généralement presque privés d'oxygène, bouillant au-dessous de la température de 180°, et ayant, à l'état liquide, une densité comprise entre 0,6 et 0,85. Les parties les plus volatiles de ces substances sont très inflammables, et quelques-unes paraissent prendre feu au-dessous de 100° en présence de l'air ordinaire. Mélangées à l'air en proportions convenables, elles forment des mélanges détonants, soit par leurs vapeurs, soit à l'état de pulvérisation. Dans ce dernier cas surtout, le pouvoir destructeur du mélange doit être très considérable, car la disproportion est extrême entre le volume des gaz produits par l'explosion et celui du mélange primitif. Nous venons de voir, en effet, que le maximum de détonation doit être produit par $11^{m3}\,30$ d'air et 1^{kg} de pétrole, soit en tout 11 301 à 11 302 litres, et que la masse des gaz atteint en tout 113 mètres cubes à la température de 1 700°; de plus, si l'explosion se fait en espace clos, la dissociation ne peut intervenir que partiellement à cause de la pression ambiante; la température dépasse donc 1 700°, pour se rapprocher de 2 477°, et la pression d'explosion en est encore exagérée d'autant.

En raison de ces propriétés, les essences conviennent très bien aux machines motrices à gaz détonants, où elles remplacent les gaz d'éclairage ou le gaz pauvre, avec l'avantage de pouvoir emmagasiner le combustible sous un très petit volume. Un litre d'essence, pesant $0^{kg}\,75$ par exemple, peut fournir 7 500 calories équivalentes à 3 millions de kilogrammètres ou à plus de 10 heures de travail à 1 cheval-

vapeur, et l'utilisation de la chaleur, pouvant se faire entre les limites extrêmes 1 700° et 0°, aurait un coefficient théorique $\frac{1\,700}{1\,700+273} = 86\ \%$. Sauf les difficultés pratiques à résoudre, on voit le large parti que l'industrie mécanique peut tirer de l'emploi des essences.

Dans la distillation des pétroles bruts, lorsque la température s'élève au-dessus de 180°, on recueille ce qu'on appelle le *Kérosène*, c'est-à-dire les huiles lampantes, et on les fractionne d'ordinaire en deux catégories, l'une au-dessous de 250°, l'autre passant de 250° à 320°. La première, encore très fluide, est destinée aux petites lampes d'usage domestique, la seconde aux lampes de plus fort calibre, sous le nom d'huile solaire; elle est plus fuligineuse et exige quelques dispositifs spéciaux pour brûler convenablement.

Dans la grande industrie, ces deux catégories plus ou moins mélangées peuvent être employées à former des gaz détonants, mais il ne suffit pas alors d'une simple évaporation; elles manquent de volatilité. Le mélange détonnant s'obtient en pulvérisant l'hydrocabure par un vif courant d'air ou de vapeur d'eau dans l'atmosphère comburante. On actionne ainsi des machines assez puissantes, fort analogues d'ailleurs aux machines à gaz, et l'inflammation du mélange détonant se fait assez facilement par incandescence locale.

Il n'en est plus de même pour les huiles lourdes, c'est-à-dire pour celles qui ne commencent à distiller qu'au-dessous de 320 degrés. Leur densité est de 0,9 à 1; elles sont visqueuses, et parfois laissent cristalliser des paraffines par refroidissement; elles ne s'enflamment que difficilement vers le rouge naissant.

On peut utiliser ces produits de deux manières différentes, concurremment avec les goudrons de houille, soit en les transformant par pyrogénation, soit en les brûlant directement sur des grilles particulières ou en jet porphyrisé au milieu d'une enceinte fortement chauffée.

La première disposition adoptée a été celle des plaques à rainures Deville, sur lesquelles le liquide coulait lentement en présence d'un courant d'air déjà échauffé par le rayonnement ou par le passage à travers quelques charbons. Mais ce système tend à disparaître, remplacé par la pulvérisation opérée dans une sorte d'injecteur Giffard, au moyen d'un vif courant de vapeur d'eau. Le jet ainsi lancé dans un foyer se comporte comme un gaz, et donne une flamme aussi étendue qu'on le veut, à la condition d'amener l'air progressivement à son contact comme dans les générateurs Seigle. Quant à la pyrogénation, employée dans le brûleur Quantin, elle paraît applicable à presque toutes les catégories d'huiles : elle consiste à faire passer un mince courant de liquide combustible dans un récipient rempli de tournure de fer et chauffé au rouge par les flammes perdues. Le combustible sort du récipient à l'état d'un mélange de gaz et de vapeurs, et, contrairement à ce que l'on aurait pu croire, il ne se forme pas de dépôt graphiteux sur la tournure de fer, en sorte que l'appareil ne s'encrasse pas.

On voit qu'il est toujours possible d'utiliser les huiles minérales et de leur faire donner les 10 000 calories qu'elles contiennent en puissance par kilogramme de liquide. Les résidus plus ou moins solides de la distillation, brais, asphaltes ou coke, peuvent tout aussi bien servir de combustibles quand on n'a pas meilleur parti à en tirer.

(A suivre). R.

INFORMATIONS

Charrue mécanique automobile.

La charrue mécanique dont nous donnons ci-dessous une vue d'après un journal allemand présente des différences essentielles avec les appareils employés jusqu'ici.

Elle est actionnée directement par une locomotive sans câble de

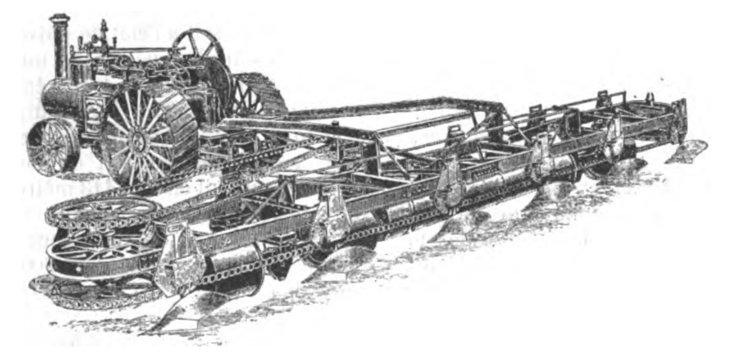


Fig. 1 — Charrue mécanique automobile.

transmission. La locomotive est analogue aux rouleaux à vapeur et elle porte à sa partie postérieure la charrue proprement dite au moyen de deux fers cornières entretoisés. Le cadre de la charrue est formé de deux longerons en fer en U se raccordant aux extrémités avec deux parties demi-circulaires.

L'entretoisement est également fait en fers en U. Les socs sont répartis uniformément à la périphérie du cadre et leurs supports sont munis de galets, ce qui permet de les déplacer facilement le long des longerons. Ce déplacement des socs est obtenu par une chaîne sans fin passant sur deux poulies aux extrémités du cadre. L'arbre de l'une des poulies porte une seconde poulie actionnée par la locomotive au moyen d'une chaîne.

Le mécanicien peut donc commander la marche de la charrue sans quitter sa place à l'arrière de la machine. Cette machine se déplace avec une vitesse de 800 ou 1 200 mètres à l'heure, suivant que la largeur du cadre est de 15 mètres ou de 9 mètres. La manivelle de la machine fait 200 tours par minute.

Diamants découverts dans un ancien volcan.

Une découverte intéressante au point de vue géologique a été faite récemment par un explorateur dans les montagnes de Witzies Hœk (Natal). Sur le sommet assez élevé d'un volcan éteint, au bord d'un lac remplissant le cratère, un sondage a mis à découvert une couche de sable renfermant des petits diamants. Il serait curieux de savoir si ces diamants se trouvaient là par accident, c'est-à-dire provenaient d'un lavage effectué par les indigènes, ou si cette découverte correspond à une véritable mine de diamants, car les monts Witzies Hœk sont en dehors des régions diamantifères connues. Dans cette dernière hypothèse, la présence de pierres précieuses dans le cratère d'un volcan pourrait jeter, sans doute, quelque lumière sur la formation des gemmes dans la nature. S.

Varia.

Exposition de 1900. — *Nominations.* — Notre collaborateur, M. Charles Bourdon, professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures, vient d'être nommé *Ingénieur principal des installations mécaniques* à l'Exposition de 1900.

Ont été également nommés :

MM. Picou, Ingénieur des Arts et Manufactures, *Ingénieur principal du service électrique;*
Meunier, *Ingénieur des services hydrauliques;*
Guyenet, *Ingénieur de la manutention.*

Adjudications. — L'adjudication des travaux de terrassements et de maçonnerie à exécuter pour les fondations du grand palais des Champs-Élysées a eu lieu le 16 mars. Les concurrents étaient au nombre de 35 et la mise à prix de 550 000 francs. M. Chapelle a été déclaré adjudicataire avec un rabais de 31 0/0.

Les travaux de démolition du pavillon de la Ville de Paris seront adjugés le 24 mars.

***

Don à l'Institut chimique de Nancy. — MM. Solvay et Cie viennent de faire don d'une somme de 100 000 francs à l'Université de Nancy, pour être affectée à la construction de laboratoires de chimie physique et d'électrochimie à l'Institut chimique de Nancy.

***

Société des Agriculteurs de France. — La 28e Session annuelle de la Société des Agriculteurs de France sera ouverte le lundi 5 avril, à 2 heures. Sa clôture est fixée au 13 avril.

Cette solennité, qui réunit chaque année plus de quatre mille agriculteurs ou cultivateurs, aura lieu à l'Hôtel de la Société des Agriculteurs de France, 8, rue d'Athènes. Elle sera présidée par M. le marquis de Vogüé, membre de l'Institut.

Le banquet des Agriculteurs aura lieu le samedi 10 avril.

CORRESPONDANCE

Coussinet à serrage automatique pour voies ferrées.

Étampes, le 16 mars 1897.

A Monsieur le Secrétaire de la Rédaction du *Génie Civil*.

Dans le compte rendu de la séance du 18 décembre 1896 du *Congrès de la Société des Ingénieurs civils* que vous avez publié dans le numéro de votre journal du 9 janvier dernier (1), il est dit au paragraphe IV :

« M. Brard entretient ensuite le Congrès d'un système de *coussinet* » *à serrage automatique.*

» ... M. Brard décrit le système de coussinet *qu'il a imaginé* et qui » diffère des autres... »

Comme le rôle de M. Brard s'est borné à présenter au Congrès les avantages de mon propre système d'après les documents que je lui avais fournis, je tiens à revendiquer ici formellement la propriété exclusive du coussinet à serrage automatique, dont je suis le seul inventeur et propriétaire des brevets en France et à l'étranger, et j'espère que vous voudrez bien insérer cette réclamation dans le *Génie Civil.*

Veuillez agréer, etc... C. Chenu.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 10, p. 153.



SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 5 mars 1897.

Présidence de M. Ed. Lippmann, Président.

M. le lieutenant de vaisseau Hourst expose la relation de son voyage le long du cours inférieur du Niger.

On savait le Niger navigable de Bamako à Tombouctou, mais pouvait-on descendre ce fleuve jusqu'à la mer? M. Hourst proposa au ministre des Colonies de descendre le Niger jusqu'à la mer en partant de Saint-Louis, en remontant le Sénégal jusqu'à Kayes, et en empruntant la route qui s'étend de Kayes à Bamako pour rejoindre le Niger.

La mission partit avec trois embarcations dont une démontable en aluminium. Ces embarcations avaient de 10 à 15 mètres de longueur et calaient 0m30 et 0m70.

Le 22 janvier 1896, la mission quittait Kabara, port de Tombouctou, et se lançait vers l'est inconnu.

Après Kagha, elle prit contact avec les Touareg Igouadaren déjà soumis, et elle arriva sans encombre au village important de Tosaye.

L'orateur constate que la loyauté dans la parole est une qualité caractéristique des Touareg. Toutes leurs qualités leur viennent de la femme qui occupe dans cette société une place prédominante.

Le caractère du chef touareg est également le courage; il est toujours à la première place et le plus exposé au combat.

M. Hourst est persuadé que c'est par les Touareg que l'on pourra aller de l'avant et réunir les deux colonies de l'Algérie et du Soudan français.

Arrivés à Say, les Européens durent se retrancher dans une île; le commandant Hourst donna à ce campement, où il resta cinq mois et demi, le nom de Fort-Archinard.

Le 15 septembre, au moment des hautes eaux, la mission repartit, les rapides furent franchis sans guides, et on arriva enfin à Leaba où sont établis des postes anglais; de là, on put regagner la France.

Dans la seconde partie de sa conférence, le lieutenant de vaisseau Hourst examine ce qu'on peut tirer des résultats obtenus et ce qui a été fait par ses prédécesseurs.

Deux questions se posent. Faut-il aller au Soudan? Comment et par où?

L'orateur prouve qu'au point de vue militaire et surtout au point de vue commercial, le Soudan a une grande importance. Il énumère les matières nouvelles qu'il offre à l'importation.

Il démontre ensuite que le véritable débouché du Niger est, non pas Lagos, mais bien Saint-Louis, et que la seule voie de pénétration est celle préconisée par les généraux Faidherbe, Borgnis-Desbordes, Archinard, et qui consiste à relier le Sénégal à son terminus navigable avec le Niger.

La parole est donnée ensuite à M. le capitaine du génie Calmel, qui traite la question du chemin de fer du Sénégal au Niger.

Après un historique de l'entreprise, le capitaine Calmel étudie l'achèvement de la ligne et indique la physionomie générale qu'elle doit avoir. A l'heure actuelle, 42 kilomètres sont à peu près terminés et il reste 382 kilomètres à faire pour achever la ligne. Les difficultés exceptionnelles sont la traversée des deux cours d'eau du Bafing et du Backoy, exigeant, le premier un pont de 400 mètres, le second un pont de 360 mètres. Le premier pont du Bafing a déjà été construit à Mahina, près de Bafoulabé; le deuxième est prévu à Toucolo, dans des conditions assez faciles de construction.

Des études déjà faites et de l'expérience déjà acquise, on peut conclure que le prix de revient du chemin de fer ne dépassera pas 65 000 francs au kilomètre, ce qui fait un total d'environ 25 millions pour l'achèvement de la ligne.

Il importe d'établir cette ligne dans des conditions telles qu'elle résiste aux puissantes manifestations atmosphériques du pays et à toutes les causes locales de ruine. En particulier, l'emploi des traverses métalliques s'impose au Soudan. Dans la construction et l'organisation du matériel roulant, on devra se préoccuper de rechercher tout le confortable possible pour diminuer les fatigues du voyageur sous ce climat brûlant.

Le conférencier termine par une description sommaire du pont de Mahina, établi sur le seuil rocheux du gué des Toucouleurs.

E. B.

Académie des Sciences.

Séance du 8 mars 1897.

Physique du globe. — *Sur les appareils employés pour recueillir l'air à grande hauteur, dans l'ascension de l'Aérophile du 18 février 1897. Analyse de l'air recueilli.* Note M. L. Cailletet.

M. Cailletet présente à l'Académie les appareils qui ont servi, dans la dernière ascension du ballon-sonde l'*Aérophile*, à recueillir l'air à grande hauteur, en vue d'en déterminer la composition chimique.

Lorsque le ballon est arrivé au point le plus élevé de sa course, un robinet, de construction spéciale, actionné par un mouvement d'horlogerie, s'ouvre et laisse pénétrer l'air des hautes régions, dans un réservoir où l'on a préalablement fait le vide, puis se referme d'une manière automatique et absolue.

Le conduit que suit l'air pour arriver au réservoir est un canal creusé obliquement à l'axe de la pièce mobile du robinet, de façon à aboutir à deux points situés à des hauteurs différentes correspondant à l'aspiration de l'air et à son entrée dans le réservoir.

On savait, par les graphiques obtenus dans les ascensions précédentes, que le ballon n'atteint sa hauteur maximum qu'après une heure un quart environ. Au moyen d'un arc de cercle gradué en minutes de temps, on peut régler d'avance le moment de l'ouverture du robinet, qui continuant son mouvement de rotation, se referme bientôt et s'arrête contre un butoir disposé à cet effet.

Il était nécessaire de soustraire les pièces mobiles au froid de ces régions, et d'empêcher que les huiles, en se gelant, ne vinssent entraver leurs mouvements. A cet effet, on a placé, dans la boîte capitonnée qui renferme le moteur et le robinet, un récipient métallique rempli d'acétate de soude hydraté et surfondu. Ce sel, en reprenant son état cristallin, dégage assez de chaleur pour maintenir, pendant quatre heures au moins, la boîte à une température très supérieure à zéro, malgré le froid de — 66° qui règne dans ces hautes régions.

Dans l'ascension du 18 février dernier, le robinet de prise d'air s'est ouvert, ainsi qu'on l'avait réglé d'avance, à 15 500 mètres : c'est la plus grande hauteur atteinte par le ballon. Le manomètre fixé au réservoir indiquait, pour l'air recueilli, une pression de 0m14, qui correspond bien aux pressions notées sur les graphiques du baromètre enregistreur.

Malgré un traînage de plusieurs kilomètres dans les terres détrempées par les pluies, les appareils ont été retrouvés intacts.

M. Müntz a analysé l'air enfermé dans le réservoir; voici le résultat de ses recherches : volume de l'air capté à 13 500 mètres, ramené à zéro et à 0m760 = 1 litre 18581.

Acide carbonique dans 100 volumes d'air = 0,033 volume.

Pour 100 volumes d'air privé d'acide carbonique, on a : oxygène, 20,79; azote, 78,27; argon, 0,94.

D'après M. Müntz lui-même, ces résultats ne doivent être acceptés qu'avec réserve; il convient de perfectionner encore le mode de prise de façon à éviter toute altération possible dans la composition de l'air prélevé. Dans le cas actuel, M. Müntz suppose que la petite quantité d'acide carbonique trouvée en plus sur celle de l'air normal (0,033 au lieu de 0,029) est due à l'oxydation de la graisse employée, qui aurait absorbé la petite quantité d'oxygène trouvée en moins sur celle de l'air normal (20,79 au lieu de 20,96). La paroi métallique du récipient en cuivre étamé a, sans doute, contribué aussi à l'absorption de ce gaz. Il faudrait employer un récipient en verre.

Physique. — *Application des rayons de Rœntgen à la mesure des forces électromotrices de contact.* Note de M. Jean Perrin, présentée par M. Violle.

Chimie. — *Action des bases libres sur les sels.* Note de M. Albert Colson, présentée par M. Schützenberger.

Chimie minérale. — *Sur l'action du phosphore sur l'or.* Note de M. A. Granger, présentée par M. Troost.

M. Granger a pu préparer un phosphure d'or dont il a fait l'analyse, par l'action de la vapeur de phosphore sur de l'or divisé, en opérant à basse température et en refroidissant rapidement. Ce phosphure d'or est gris, très friable, instable, attaqué facilement par le chlore et l'eau régale. Sa composition correspond à la formule Au^3P^4.

Chimie industrielle. — 1° *Sur les hydrates de carbone restant dans la bière.* Note de M. P. Petit;

2° *Sur l'oxydation et la casse des vins.* Note de M. V. Martinaud.

Dans des notes précédentes, M. Martinaud a montré que l'oxydation du moût et du vin se fait par l'intermédiaire d'une diastase oxydante que l'on rencontre dans les raisins, le moût de vin, le vin nouveau, le vin vieux et le vin tourné; qu'une addition d'acide retarde cette action, tandis que les alcalis l'accélèrent.

L'auteur a constaté que ces phénomènes d'oxydation peuvent se produire en l'absence de cette diastase, dans des conditions particulières d'acidité du vin. Si, avant son oxydation, on agite avec de l'éther du vin acide au tournesol, mais neutre à l'hélianthine, ce vin cède à cet éther une substance ayant les propriétés des tannins, et à laquelle est due l'oxydation des éléments oxydables du vin.

Minéralogie. — *Étude minéralogique de l'action de fumerolles volcaniques sulfurées sur la serpentine.* Note de M. A. Lacroix, présentée par M. Fouqué.

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Acétylène. — Notre collaborateur, M. Julien Lefèvre, docteur ès sciences, a fait, dernièrement, à l'Association française pour l'Avancement des Sciences, une intéressante conférence sur l'acétylène, qui est reproduite dans la *Revue scientifique* du 6 mars 1897. L'auteur, après avoir rappelé les procédés de préparation de l'acétylène et ses principales propriétés, a donné de précieux renseignements sur son mode d'emploi pour l'éclairage. Il a fait la comparaison entre ce système d'éclairage et ceux actuellement employés, et montré que, si le prix du carbure de calcium était ramené à un chiffre normal, l'éclairage à l'acétylène serait le plus économique. M. Lefèvre a terminé sa conférence en donnant des explications sur les accidents qui se sont déjà produits, et montré que les explosions pourraient aisément être évitées avec des précautions faciles à prendre.

Étude des matières explosibles. — Le *Moniteur scientifique*, de janvier et de mars 1897, contient un important mémoire de M. Marc Merle sur les « contributions récentes à l'étude des matières explosibles ». Dans ce travail, qui donne la situation exacte de cette industrie à ce jour, l'auteur s'est surtout appuyé sur un ouvrage récent et très complet publié à Brunswick, par M. Guttmann, sur un volume publié à Londres, par M. Sandorf, et enfin sur un mémoire de M. Guttmann paru dans le *Dinglers Polytechnisches journal*, de Stuttgart. Les différentes sources bibliographiques auxquelles a puisé l'auteur sont, d'ailleurs, indiquées au cours de la revue de M. Merle, de façon à permettre au lecteur de s'y reporter, soit pour les détails d'expériences, soit pour les descriptions d'appareils.

ÉLECTRICITÉ

Pile à charbon. — La *Zeitschrift für Elektrochemie* du 6 février donne la description complète d'une série d'expériences sur la pile à charbon. On sait que la pile à charbon est constituée essentiellement par une barre de fer et une barre de charbon plongeant dans un creuset en fer contenant de la potasse caustique en fusion.

Le charbon se dissout dans la potasse, tandis que le fer et d'autres métaux, tels que le nickel et l'argent, y acquièrent des propriétés particulières, qui ont amené les expérimentateurs à considérer ces métaux comme étant dans un état passif.

Le passage du métal à cet état passif n'a lieu qu'un certain temps après l'immersion dans la potasse, car il est nécessaire qu'une petite quantité de métal se soit dissoute dans la potasse.

Ce n'est donc qu'au bout de ce temps que la pile atteindra sa force électromotrice normale.

Cette force électromotrice n'est d'ailleurs pas constante : elle augmente beaucoup avec la température et elle dépend essentiellement des propriétés oxydantes de l'atmosphère dans laquelle la pile est plongée.

La corrosion des tuyaux par les courants électriques. — On sait que les courants de retour des



tramways électriques entraînent souvent la corrosion des conduites en fer placées dans le voisinage. L'émotion causée par cette constatation s'est calmée par un examen plus approfondi de la question et, d'autre part, des précautions convenables prises contre l'électrolyse ont permis de ramener les dangers à un minimum qui n'a plus rien d'inquiétant. Toutefois, étant donné qu'il faut toujours se garder contre les effets de l'électrolyse, on doit s'intéresser à des expériences faites en vue de déterminer les différences qui se produisent dans ces réactions, suivant que la corrosion s'opère sur une anode en plomb ou en fer. M. Dugald C. Jackson donne, dans l'*American Journal of Gas Lighting*, du 2 janvier 1897, les résultats d'expériences faites dans ce but au laboratoire de l'Université de Wisconsin et dont les conclusions peuvent se résumer ainsi :

1° La corrosion destructive de l'anode est due à des réactions chimiques secondaires, développées par l'électrolyse d'un sel maintenu en dissolution par l'eau du sol et non par une oxydation directe résultant de l'électrolyse de l'eau ;

2° La corrosion a lieu partout où le courant quitte la conduite ou l'enveloppe du câble, quelque petite que soit la différence de potentiel ; l'importance du plomb enlevé de la conduite ou du câble dépend uniquement de la force du courant et de la nature des sels contenus dans le sol avoisinant.

HYDRAULIQUE

Propulseurs à hélice pour la navigation dans les canaux. — Dans une notice lue dernièrement à la Société des Ingénieurs mécaniciens de Londres et analysée dans le numéro du 26 février 1897 de l'*Engineering*, M. H. Barcroft, après avoir étudié l'action des hélices de propulsion et les dimensions qu'il convient de leur donner, examine l'influence de la section des canaux sur le mouvement du navire et les pertes de force qui en résultent.

Il donne un tableau d'expériences faites en octobre 1893 sur le canal de la Mersey par le navire *Ulster*, d'après lesquelles, suivant les variations de sections du canal, la puissance perdue a varié dans des proportions allant de 4 jusqu'à 68 °/₀. Dans un deuxième tableau il montre que sur le même canal, en mai 1895, le navire *Tyrone*, pour conserver une vitesse de 20 milles, a dû faire varier sa force motrice entre 101 et 191 chevaux, suivant les variations des sections du canal.

Écoulement en déversoir. — On connaît les très importantes recherches faites depuis de longues années par M. Bazin, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, sur l'écoulement des eaux et particulièrement sur l'écoulement en déversoir à mince paroi ; ces mémoires, accompagnés de tables très utiles, ont été publiés par les *Annales des Ponts et Chaussées*. La dernière livraison de cette publication (décembre 1896) contient encore un mémoire de M. Bazin sur de nouvelles expériences qu'il a faites en vue d'étudier l'écoulement en déversoir à seuil plus ou moins large, et plus particulièrement dans les déversoirs formés par les barrages à poutrelles. M. Bazin montre que l'emploi du déversoir à poutrelles, en apparence si simple et si pratique, peut, en bien des cas, conduire à des erreurs graves. Les jaugeages ne présentent de garanties sérieuses que dans le cas le plus simple, où l'air trouve un libre accès sous la nappe ; le coefficient de débit m est alors donné par la formule suivante :

$$\frac{m}{m'} = 0,70 + 0,185\,\frac{h}{c},$$

dans laquelle m' est le coefficient du débit du déversoir en mince paroi, h la hauteur de la nappe déversante et c la longueur de la crête du déversoir. A la fin de son mémoire, M. Bazin donne, d'ailleurs, des tableaux permettant de calculer les débits dans un assez grand nombre de cas.

MÉCANIQUE

Emploi des turbines à vapeur comme moteurs dans les navires. — Depuis quelques années, l'emploi des turbines à vapeur tend à se répandre dans l'industrie, et déjà elles sont fréquemment employées pour la commande des dynamos. Il semblait que l'énorme vitesse de rotation de ces appareils limitât leur emploi à des cas très particuliers, cependant une Société a été fondée récemment, en Angleterre, dans le but d'étudier l'application de la turbine Parson à la propulsion des torpilleurs. A cet effet, cette Société a fait construire un véritable torpilleur sur lequel elle a installé, au lieu et place de la machine à double ou triple expansion habituelle, une turbine Parson. Ce torpilleur, qui a reçu le nom de *Turbinia*, a 30m50 de longueur, 2m75 de largeur et 42 tonneaux de déplacement. Le *Yacht*, du 6 mars 1897, donne des renseignements assez détaillés sur ce navire qui, d'après ses constructeurs, doit pouvoir filer 30 nœuds. La grosse difficulté résidait dans la transmission du mouvement de la turbine, qui tourne à 2400 tours par minute, à l'arbre de l'hélice ; elle a, paraît-il, été heureusement résolue. La vapeur est admise à la pression de 11 kilogr., et la machinerie du *Turbinia* ne pèse que 4500 kilogr., soit un peu plus de la moitié d'une machine ordinaire de même puissance. Parmi les avantages que procurerait la substitution des turbines à vapeur aux machines ordinaires, il faut citer la possibilité de placer entièrement l'appareil moteur au-dessous de la flottaison, ce qui augmenterait beaucoup la valeur militaire des torpilleurs.

DIVERS

Les expéditions aérostatiques au pôle Nord. — Sous ce titre, M. H. de Graffigny examine dans la *Revue Scientifique* du 27 février 1897, les différents projets conçus dans le but d'atteindre le pôle Nord en ballon et rappelle que cette idée a été émise pour la première fois par Sivel, en 1873. Elle fut reprise en 1890 par MM. Hermite et Besançon, qui ne purent trouver alors l'argent nécessaire à leur expédition, et, en 1895, par M. Andrée qui, plus heureux, a pu réunir les ressources financières dont il avait besoin. On sait que l'explorateur suédois, dont le projet et le matériel ont été décrits dans le *Génie Civil* (1), n'a pu se mettre en route en 1896 par suite de l'absence de vents favorables et qu'il a remis son voyage à l'été prochain. M. de Graffigny se montre assez pessimiste au sujet de cette expédition ; il craint que les déperditions de gaz n'empêchent le ballon de tenir l'air un espace de temps suffisant. Il fait remarquer que, jusqu'ici, aucun ballon n'a encore pu se tenir dans l'air pendant plus de vingt-quatre heures et il estime qu'il est excessif de vouloir, d'un seul coup, tenir l'air pendant soixante jours et téméraire d'entreprendre cet essai dans des régions désertes et inconnues.

Photographie. — *Sur la pratique du procédé au charbon.* — Le procédé au charbon donne d'excellents résultats en photographie pour le tirage des épreuves positives, mais il effraie un peu les amateurs par la complication, au moins apparente, des opérations à effectuer. La *Photo-Gazette* du 25 février publie la traduction d'une conférence faite sur ce sujet, par M. Hildesheimer au « Camera Club » de Vienne, le 28 novembre 1896. L'auteur s'y applique à démontrer que les prétendues difficultés du tirage au charbon peuvent être aisément surmontées avec un peu de pratique ; il y met en évidence les points qui, selon lui, pourront assurer la réussite du procédé et indique quelques notables simplifications.

La frappe d'une médaille. — L'Hôtel des Monnaies, à Paris, va frapper la magnifique médaille exécutée par M. Chaplain pour perpétuer le souvenir du voyage en France des souverains de Russie. A ce sujet, M. Leroy décrit, dans la *Nature* du 27 février, toute la suite d'opérations qui sont nécessaires, d'abord pour exécuter la matrice ou moule en creux de la médaille, puis pour obtenir la médaille à l'aide de ce moule et de la machine à frapper. M. Leroy fait remarquer que, si la confection d'une médaille exige un grand talent de la part de l'artiste, elle nécessite aussi une extrême habileté opératoire de la part des praticiens.

Les Écoles techniques en Autriche. — La *Zeitschrift des oesterreichischen Ingénieur und Architekten-Vereines* du 6 mars publie une étude comparative des écoles techniques autrichiennes et allemandes. Sous ce rapport l'Autriche est dans un état d'infériorité très sensible vis à vis de l'Allemagne. Pendant les dix dernières années l'ensemble des écoles autrichiennes n'a fourni, en moyenne, que 157 Ingénieurs diplômés par an, dont 10 architectes, 68 constructeurs et 49 Ingénieurs-mécaniciens et chimistes. Ce nombre est trop faible, surtout pour le service des travaux publics ; car l'industrie peut, à la rigueur, se passer d'Ingénieurs diplômés. Ce manque d'élèves-Ingénieurs dans les écoles techniques provient principalement de ce que les programmes sont trop chargés et peut-être pas assez méthodiques. D'ailleurs la durée des études est de cinq et même six ans. Enfin le budget de ces écoles est très limité et incomparablement inférieur à celui des écoles allemandes.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 4, p. 49.

Ouvrages récemment parus.

Étude sur les chemins de fer français, par H. Bonneau, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, sous-chef de l'Exploitation des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Un volume in-4° de 82 pages, avec 11 graphiques hors texte et une lettre-préface de M. Noblemaire. — P. Vicq-Dunod et Cie, éditeurs, Paris, 1896. — Prix : 12 francs.

M. Bonneau, sous-chef de l'Exploitation de la Compagnie P.-L.-M., vient de consacrer aux chemins de fer français une intéressante étude dans laquelle il recherche d'abord quelle est leur situation actuelle et examine ensuite les principaux moyens qui peuvent être employés pour améliorer cette situation.

Il n'est guère possible de résumer en quelques lignes un ouvrage qui comporte toute une série de tableaux et de graphiques dont M. Bonneau n'a pas commenté les chiffres, mais dont le lecteur tirera facilement les conséquences rationnelles, car tous ces tableaux et graphiques sont aussi clairs que suggestifs.

Voici les principaux points examinés par M. Bonneau :

Capitaux dépensés pour l'établissement des divers réseaux par l'État et les tiers et par les Compagnies;

Recettes et économies procurées à l'État par les Chemins de fer ;

Charges des capitaux de premier établissement;

Recettes et dépenses de l'exploitation;

Garanties d'intérêts avancées par l'État, déficits d'exploitation portés au compte de premier établissement;

Diminution du taux de l'intérêt dans ces dernières années et possibilité, dans l'avenir, de diminuer par des conversions les charges des Compagnies et de l'État;

Comparaison des divers réseaux au point de vue des dépenses; variation des dépenses kilométriques en fonction des recettes kilométriques; coefficients d'exploitation; recherche d'économies;

Par quels moyens peut-on développer les recettes de voyageurs et de marchandises?

Avantages de la vitesse pour les transports des voyageurs et des marchandises. Qu'est-ce que coûte la vitesse?

Voitures à voyageurs, wagons à marchandises, locomotives;

Convenance de réduire au moindre effectif possible les machines et le matériel roulant;

Influence des tarifs sur les recettes de voyageurs et de marchandises;

Éventualité du rachat par l'État des lignes exploitées par les Compagnies.

Tels sont les points examinés par M. Bonneau dans ce remarquable travail dont la lecture est fort intéressante malgré les chiffres dont il est hérissé et qui établit, avec netteté et concision, une situation qui, jusqu'alors, était, en général, imparfaitement connue, même par beaucoup de fonctionnaires et d'Ingénieurs des chemins de fer.

Le carbure de calcium et l'acétylène, par Ch. de Perrodil, Ingénieur des Arts et Manufactures. — Un volume in-12 de 322 pages, avec 77 figures dans le texte. — P. Vicq-Dunod et Cie, éditeurs, Paris, 1897. — Prix : 7 francs.

La fabrication des carbures métalliques, et plus particulièrement celle du carbure de calcium, prend chaque jour une importance plus considérable. Parmi les ouvrages qui traitent de cette question, le volume que vient de publier M. de Perrodil est un des mieux documentés.

Après un chapitre consacré à l'historique du carbure de calcium et de l'acétylène et aux principales propriétés de ce gaz, l'auteur aborde la question des fours électriques en général, et plus particulièrement de ceux employés pour la fabrication du carbure de calcium. Ces derniers fours sont l'objet d'une étude très détaillée, qui contient de nombreux renseignements, tant au point de vue de la construction même des fours, que de leur mode d'emploi et du prix de revient du produit que l'on obtient.

Les chapitres suivants sont consacrés aux propriétés physiques et chimiques des carbures, et plus spécialement du carbure de calcium dont l'auteur fait une étude très complète. L'ouvrage se termine par quelques indications sur les applications de l'acétylène à l'éclairage et sur les principaux appareils employés.

Le Gérant : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 21. N° 772. Samedi 27 Mars 1897.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Tramways** : Tramways électriques d'Angers (*planche XXI*), p. 321 ; G. Richou. — **Électricité** : Transmission de la puissance motrice à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer (*suite*), p. 324 ; G. Dumont et G. Baignères. — **Travaux publics** : Le Métropolitain de Paris. Projet du Conseil municipal, p. 327. — **Mécanique** : Application des pompes à air indépendantes sur les cuirassés, p. 329. — **Physique industrielle** : Utilisation des combustibles (*suite et fin*), p. 333. — **Informations** : Préparation du ferro-chrome au four électrique, p. 333. — Nouveau système de construction des gouvernails pour navires, p. 334 ; H. Béliard. — Concours pour voitures de place automobiles, p. 334. — Cisaille, poinçonneuse et mortaiseuse, p. 334.

Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences, séance du 15 mars 1897, p. 335.

Bibliographie. — Revue des principales publications techniques, p. 335. — Ouvrages récemment parus, p. 336.

Planche XXI : Les tramways d'Angers.

TRAMWAYS

TRAMWAYS ÉLECTRIQUES D'ANGERS

(*Planche XXI.*)

Les tramways électriques établis tout récemment à Angers, et que nous avons eu l'occasion d'étudier sur place, présentent une très intéressante et remarquable application du fonctionnement par câble aérien et trolley : elle prouve à nouveau, comme l'a déjà fait, en particulier, l'installation du même système à Rouen (1), que ce mode de commande des voitures permet de les faire circuler avec la plus grande facilité sur des tracés à profils très accidentés, tant au point de vue des rampes à franchir que des courbes qui les accompagnent ou leur succèdent. Nous avons indiqué, dans la planche XXI, les profils en long des lignes n° I et n° IV où l'on peut observer des déclivités atteignant 49 millimètres par mètre, avec succession de courbes de sens contraire (ligne n° 1) et jusqu'à 55 millimètres par mètre sur une longueur de 361 mètres (ligne n° IV).

La ville d'Angers, comme la plupart des cités jadis fortifiées et établies au bord d'une rivière, présente une ligne circulaire de boulevards qui ont remplacé les fossés du siècle dernier et occupent la crête du côteau sur lequel a été bâtie la partie de l'agglomération la plus ancienne et demeurée la plus commerçante. La circulation s'exerce dans deux directions principales, l'une parallèle et l'autre perpendiculaire à la rivière de la Maine qui sépare la ville en deux parties d'inégale importance. De plus, les gares des chemins de fer dites de Saint-Laud et de Saint-Serge ayant été établies dans l'axe nord-sud également parallèle à la Maine, les lignes à créer devaient tendre à relier les deux stations tant par une voie à flanc de coteau pour atteindre l'intérieur de la ville, que par les boulevards principaux (ceux de l'ouest). Ces voies forment, en effet, la ligne de démar-

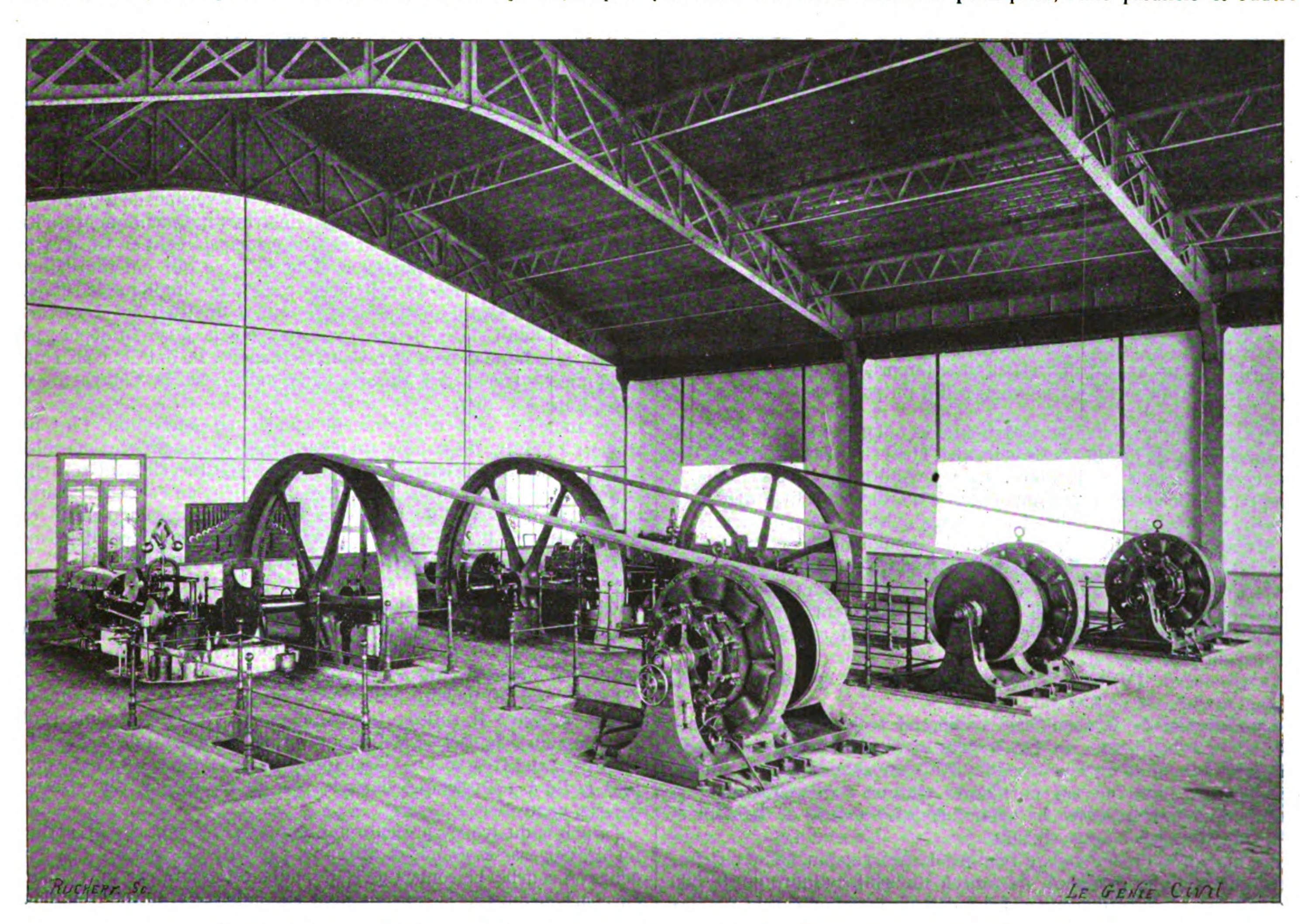


Fig. 1. — Tramways électriques d'Angers : Vue intérieure de l'usine de production de la force motrice.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 9, p. 129.



cation entre la partie commerciale dont nous avons parlé, et la partie occupée par les quartiers riches et sans commerce. Enfin l'importance relative des quartiers situés sur la rive droite de la rivière étant beaucoup moindre, il suffisait pour les desservir d'une ligne perpendiculaire à cette dernière et la traversant sur le pont du Centre.

Le réseau a été heureusement complété par des extensions radiales destinées à relier Angers à trois agglomérations qui en sont pratiquement les faubourgs, c'est-à-dire les Ponts-de-Cé, la Pyramide et l'agglomération populeuse dite de la Madeleine.

Tracé général. — Ce réseau comprend ainsi deux concessions distinctes :

1° Un réseau urbain, formé des lignes suivantes :

Ligne n° I : De la gare Saint-Laud à la place Ney par la place du Ralliement.

Le prolongement jusqu'à la place Ney n'est pas encore construit et la ligne a, pour le moment, son terminus à la gare Saint-Serge (longueur 1 932 mètres).

Ligne n° II : De la gare Saint-Laud à la gare Saint-Serge par les boulevards (longueur 2 017 mètres).

Ligne n° III : De la gare Saint-Laud à la route de Paris (longueur 2 071 mètres).

Ligne n° IV : De la place du Ralliement à la place de la Pompe (longueur 2 167 mètres).

Ligne n° V : De la place du Ralliement à la Madeleine (longueur 1 840 mètres).

Ce réseau sera ultérieurement développé par la création de nouvelles lignes, notamment celle de la place du Ralliement à la caserne des Pontonniers.

2° Un réseau suburbain composé de deux lignes :

La ligne d'Angers à Érigné, par les Ponts-de-Cé, dont la longueur est de $8^{kil}050$;

La ligne d'Angers à la Pyramide, dont la longueur est de $6^{kil}250$ et qui sera, sous peu, prolongée jusqu'à Trélazé, ce qui lui donnera un développement total de 8 250 mètres.

La longueur totale des deux réseaux est, par conséquent, de $26^{km}327$.

Le transport de l'énergie électrique est fait par des fils aériens avec retour par les rails.

Les lignes sont à voie unique, à l'écartement de 1 mètre; toutefois, dans toutes les sections parcourues par des voitures appartenant à des lignes distinctes, on a installé double voie.

Il est intéressant de signaler la position du garage sur la ligne n° I. Ce garage est placé entre deux déclivités de même sens, et c'est là une règle qu'il faut toujours chercher à observer en traction électrique par usine centrale : en effet, de deux voitures qui vont se croiser ou se sont croisées, l'une gravit la pente et l'autre descend; la puissance absorbée reste alors sensiblement constante pour les deux voitures, et l'usine génératrice n'a pas à faire face à des variations de courant aussi brusques et aussi importantes que si le croisement se trouvait soit à un sommet, soit à un point bas.

Usine. — Des considérations particulières ont guidé dans le choix de l'emplacement de l'usine. Cette usine (fig. 1) est située aux Ponts-de-Cé, au bord d'un bras de la Loire. La nécessité d'une marche économique, à condensation, et l'impossibilité d'avoir, au centre même du réseau, une eau pure et abondante, ont été les principaux motifs de ce déplacement. D'ailleurs, les jours de grande affluence, le nombre des voitures en service sur le réseau suburbain atteint vingt, y compris les voitures remorquées, tandis que, sur le réseau urbain, il ne dépasse pas douze. Or, l'usine est très favorablement située au point de vue du réseau suburbain, comme on peut s'en assurer par l'inspection du plan général.

La distance de l'usine à la place du Ralliement, point central du réseau urbain, est de $5^{kil}500$.

L'installation de la chaufferie comprend trois chaudières semi-tubulaires à bouilleurs, de 125 mètres carrés de surface de chauffe chacune; le volume de vapeur est de $3^{m3}5$ par chaudière et le timbre de 8 kilogr. Deux de ces chaudières sont en service régulier; la troisième sert de réserve. La cheminée a 30 mètres de hauteur et $1^{m}40$ de diamètre à l'ouverture.

Les moteurs à vapeur sont au nombre de trois, commandant chacun, par courroie, une dynamo; ils sont à un seul cylindre de $0^{m}500$ d'alésage et 1 mètre de course, avec détente variable par le régulateur et condensation; ils sortent des ateliers de la maison Piguet, de Lyon. Leur vitesse est de 100 tours.

La surface de chauffe des chaudières paraîtrait certainement assez faible vis-à-vis de la puissance des moteurs à vapeur, mais il ne faut pas oublier que, pour un tramway électrique, la puissance moyenne développée est à peine la moitié du maximum, ce maximum ne se produisant qu'à des intervalles peu rapprochés et pendant des instants assez courts. C'est pour cela que le volume de vapeur emmagasiné est relativement considérable, et permet de faire face aux coups de collier sans exiger l'emploi de chaudières de très grande surface.

Les machines dynamo sont du type multipolaire, à induit denté; elles sortent des ateliers de Givors de la Compagnie de Fives-Lille; leur type est assez connu pour que nous n'entrions pas ici dans une description détaillée. Les inducteurs sont hypercompoundés, et la machine fournit 500 volts à vide, 550 à pleine charge, avec le débit de 275 ampères. La vitesse est de 375 tours par minute.

Deux groupes sont en service régulier, le troisième sert de réserve.

Le tableau de distribution, très simple comme tous ceux des stations de tramways, comprend, pour chaque machine, un rhéostat d'excitation, un voltmètre, un ampèremètre, un interrupteur bipolaire principal, un interrupteur d'équilibre, un disjoncteur automatique déclenchant à 320 ampères, et un parafoudre.

L'alimentation du réseau est obtenue :

1° Par les fils de ligne de la ligne d'Érigné, qui sont au nombre de deux depuis Angers jusqu'aux Ponts-de-Cé, dispositif qui évite l'emploi d'aiguillages;

2° Par un feeder de 200 millimètres carrés reliant l'usine aux Justices, sur la ligne de la Pyramide; cette dernière ligne est montée à deux fils de ligne entre Angers et les Justices. Entre les Justices et la Madeleine, outre les deux fils de ligne, il y a encore un prolongement du feeder qui présente une section de 100 millimètres carrés; enfin, de la Madeleine à Angers, il y a deux fils de ligne appartenant à la ligne de la Pyramide et deux fils de ligne sur la ligne n° V. De telle sorte qu'entre l'usine et la ville on a constamment une section totale de 300 millimètres carrés.

Ce dispositif, qui a permis d'éviter l'emploi de feeders distincts de forte section, remplit très bien son but, car avec l'intensité maximum du trafic actuel, la perte de charge ne dépasse pas 12 %. D'ailleurs, malgré l'éloignement de l'usine et les difficultés du profil en long, la consommation de combustible est absolument normale : elle ne dépasse pas $1^{kg}200$ par voiture-kilomètre.

Voitures automobiles (fig. 2 du texte et fig. 3, pl. XXI). — Le matériel de traction remisé au dépôt, situé à l'octroi de la route des Ponts-de-Cé, comprend trente voitures automotrices et neuf voitures d'attelage ouvertes. Chaque voiture automotrice est munie de deux moteurs de 15 chevaux nominaux et, bien que les diverses lignes exploitées présentent des profils en long très différents, l'utilisation de ce matériel se fait dans des conditions convenables. Ainsi, sur les lignes suburbaines, les automotrices reçoivent des voitures d'attelage, les rampes maxima sur ces lignes ne dépassant pas 3 %, et la puissance des moteurs se trouve utilisée, alors qu'il en est de même sur les lignes du réseau urbain, où les rampes sont souvent très voisines de 6 % sur des parcours appréciables, mais où les automotrices ne fonctionnent qu'isolément. Cette combinaison a été choisie principalement en vue d'éviter l'emploi de moteurs de puissance différente, ce qui eût inutilement augmenté l'importance du matériel de réserve et compliqué le service.

Les moteurs sont d'un type très connu, à quatre pôles à carcasse fermée : l'induit ne peut être sorti que sur la fosse au dépôt; par contre, le collecteur peut être visité facilement. Ils ont été construits, ainsi que les trucks des voitures, aux ateliers de la Compagnie de Fives-Lille, à Givors.

Ces moteurs sont constamment couplés en dérivation, l'un par rapport à l'autre, disposition qui présente des avantages considérables, tant pour le cas où la charge des véhicules serait inégalement répartie, ce qui pourrait déterminer le patinage du moteur de l'essieu déchargé, si les moteurs avaient démarré en série entre eux, que pour le cas d'une avarie à l'un d'entre eux. Un commutateur général permet d'isoler à volonté du circuit l'un ou l'autre des deux moteurs.

Les régulateurs placés sur ces deux plates-formes sont du type Sprague : les inducteurs sont partagés en trois circuits qui peuvent être couplés entre eux de diverses façons; on réalise ainsi un rendement avantageux pour toutes les positions du régulateur, ce qui ne serait pas le cas avec une simple résistance réglable.

Les induits des moteurs sont du côté de la ligne, les inducteurs du côté de la terre; il suit de là que, dans les régulateurs, une seule borne est au potentiel de la ligne, et les autres à celui de la terre ou à un potentiel très voisin; l'isolement du régulateur est, par suite, plus facile à réaliser que dans le cas du régulateur dit « series-parallel controller. »

La poulie du trolley présente une gorge très large, ce qui permet un désaxage assez grand, et diminue, par suite, le nombre des tendeurs en courbe. Le contact de cette poulie est assuré par un cylindre en charbon qui presse constamment sur la gorge et forme frein dans une certaine mesure, en sorte que la poulie glisse un peu en roulant et que les surfaces de contact se renouvellent.

Les caisses des voitures sont confortablement aménagées. L'intérieur comporte douze places assises. Les plates-formes sont de grande dimension et partiellement vitrées sur les côtés, de manière à abriter de la pluie et du vent les voyageurs qui restent debout; elles offrent chacune douze places de ce genre. Les parcours du réseau urbain n'étant généralement pas très longs, il n'y a aucun inconvénient à augmenter ainsi la capacité de transport des véhicules. Quant au réseau suburbain, les voitures d'attelage, qui comptent chacune



trente-deux places assises et huit places debout, compensent largement la différence, puisqu'un train suburbain contient ainsi quarante-quatre places assises et trente-deux debout.

A la mise en service des différentes lignes, une voiture d'essai, chargée de barres de fer jusqu'à concurrence de sa charge normale, et recevant encore, à titre de surcharge, une douzaine de personnes, les a parcourues chacune en présence des agents du contrôle, et il a été constaté que le démarrage s'effectuait avec la plus grande facilité, même sur les rampes les plus fortes du réseau.

Voie ferrée. — La voie ferrée est établie partout avec des rails Marsillon de 17kg5 et des contre-rails de 12kg5; les coussinets, de 170 millimètres de hauteur, sont fixés par deux tire-fond sur des traverses en chêne de 1m60 de longueur et de 0m18 sur 0m11 d'équarrissage. La ligne de la Pyramide est, en de nombreux points, assise directement sur l'ardoise, le macadam n'ayant souvent qu'une épaisseur de 4 et 5 centimètres entre l'ardoise en banc compact et le profil normal. En ces points, il a été fait emploi de coussinets bas, et le logement de chaque traverse a dû être établi à la barre de mine. Les joints sont appuyés, les traverses distantes de 1 mètre, et dans l'intervalle entre deux traverses se trouve une fourrure d'écartement boulonnée.

mètres à la base et 95 millimètres au sommet; leur longueur est de 8m50, comportant 1m50 d'encastrement.

Le modèle le plus léger est en tôle de 8 millimètres d'épaisseur et subit une flexion de 100 millimètres sous une traction horizontale de 250 kilogr. appliquée au sommet; il pèse 230 kilogr. Le second modèle est en tôle de 11 millimètres; il subit la même flexion sous un effort de 500 kilogr.; son poids est de 316 kilogr. Ces poteaux ne le cèdent en rien aux poteaux formés de quatre tubes cylindriques emboîtés, soit au point de vue de la solidité, soit au point de vue de la légèreté et de l'élégance. Un cintrage inverse donné en cours de fabrication a pour résultat de les faire devenir droits sous l'effort auquel ils sont soumis.

Les poteaux en ciment armé ont cela d'intéressant qu'ils ont jusqu'ici donné à Angers d'excellents résultats, alors que leur emploi avait dû être abandonné en Suisse il y a peu de temps. Tandis que les poteaux essayés en Suisse étaient coniques, creux, et portaient une ossature ressemblant beaucoup à celle des tuyaux de conduite, les poteaux employés ici présentent une section rectangulaire et sont massifs; l'ossature est formée de barres de fer rond concentrées au voisinage des fibres les plus fatiguées et reliées entre elles par des entretoises en fer plat. C'est cette liaison métallique entre les fibres tendues et

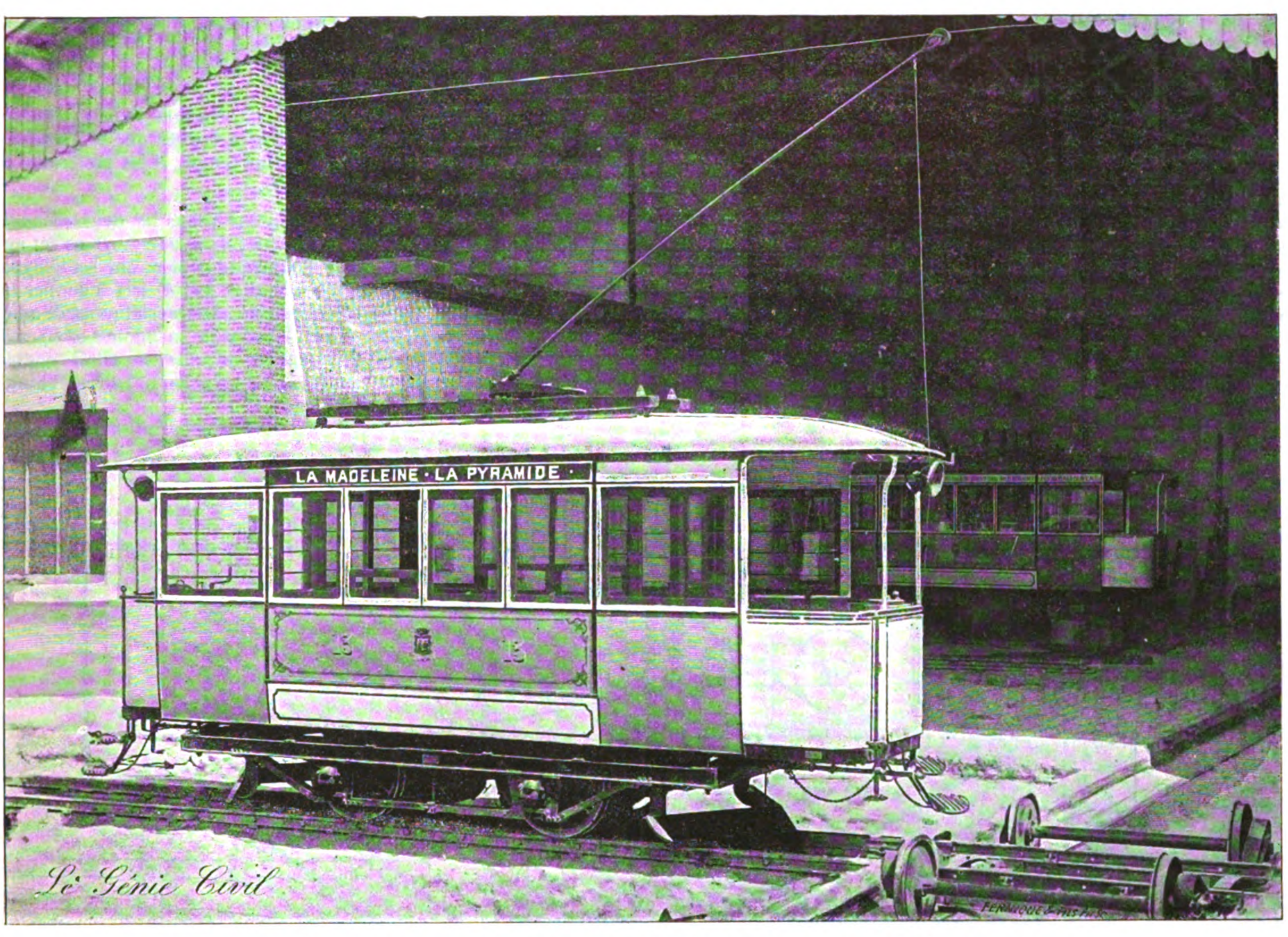


Fig. 2. — Tramways électriques d'Angers : Vue d'une voiture à sa sortie du dépôt.

Voie aérienne. — La voie aérienne établie par la Compagnie de Fives-Lille est formée de fils de cuivre de 8 millimètres de diamètre soutenus par des pinces en bronze spécial faisant partie des isolateurs de ligne. Il n'y a de soudures que pour le jonctionnement des longueurs individuelles de fil, ainsi que pour les aiguillages et les haubannages établis tous les 300 ou 400 mètres. Ce dispositif a permis une pose très rapide de la voie aérienne et offre certainement une grande sécurité.

A part ce détail, la voie aérienne ne présente d'autre particularité intéressante que l'emploi nouveau, croyons-nous, de l'aluminium dans la construction de certaines pièces d'aiguillage et de croisement, et dans les deux types de poteaux employés : poteaux en acier et poteaux en ciment armé.

Poteaux. — Les poteaux en acier (fig. 4, pl. XXI) sont d'un modèle créé spécialement pour cette installation : ils sont coniques et formés d'une tôle emboutie à la presse hydraulique; le joint reste ouvert mais ne se voit guère et ne modifie en rien la solidité de la pièce.

Le diamètre de ces poteaux d'acier est uniformément de 200 milli-

les fibres comprimées qui caractérise les constructions établies d'après le système Hennebique.

La section massive est remplie de béton de ciment Portland de Boulogne, soigneusement damé au moment de la fabrication du poteau. En raison de la forte section du ciment, ce dernier se trouve complètement soustrait aux détériorations causées par la dilatations du métal dont l'occlusion est ainsi complète.

Les variations maxima de température du climat d'Angers ne peuvent développer dans le métal, par suite de son occlusion, des efforts supérieurs à 2kg2 à 2kg3 par millimètre carré, efforts auxquels il convient d'ajouter ceux dûs à la charge que supporte la pièce.

Exploitation. — L'ouverture à l'exploitation du premier tronçon, celui d'Angers aux Ponts-de-Cé (6 kilomètres environ), a eu lieu le 22 mai 1896. La construction des bâtiments avait commencé le 18 novembre 1895, celle de la voie ferrée le 9 janvier 1896 et celle de la voie aérienne le 25 mars 1896. Puis, successivement, se sont ouvertes les autres sections, et les deux réseaux entiers sont en exploitation depuis le 14 juillet 1896.

Le trafic, pour le réseau entier, avait été évalué primitivement à 50 voyages par habitant et par an, ce qui correspondait à environ 0 fr. 50 par voiture-kilomètre de recette et à 8000 voyageurs par jour. Dès les débuts, les résultats ont largement dépassé les prévisions et, plus d'une fois, le service d'exploitation s'est trouvé absolument débordé par l'affluence des voyageurs. C'est ainsi que, pour le mois d'août, le nombre moyen des voyageurs a été de 10 500 par jour et à plus d'une reprise il a dépassé 17 000 à 18 000.

Les dépenses d'exploitation de toute nature se montent à environ 0 fr. 27 par voiture-kilomètre, ce qui donne un coefficient d'exploitation de 41,5 %.

La recette par voiture-kilomètre varie nécessairement suivant les jours de la semaine et le temps qu'il fait. Sur aucune ligne la recette n'est encore tombée au-dessous du chiffre des dépenses d'exploitation; par contre, elle a atteint, sur la ligne IV, le chiffre de 1 fr. 83 par voiture-kilomètre. Le tarif des places est uniformément de 0 fr. 10 pour les lignes urbaines; quant aux lignes suburbaines, elles sont divisées en sections; la ligne d'Erigné en comprend quatre et celle de la Pyramide trois, avec perception de 0 fr. 10 pour la première section empruntée et de 0 fr. 05 pour chacune des suivantes.

L'installation des tramways d'Angers a été faite sous la direction de M. Faye, titulaire de la concession, par MM. Briant et Kœchlin, Ingénieurs des Arts et Manufactures, chargés, l'un des services de la voie et du matériel roulant, l'autre de la partie électrique. Les bâtiments ont été édifiés par M. Velé, architecte à Angers; l'exploitation est dirigée par M. A. Roche.

Le même concessionnaire construit actuellement les réseaux de Rennes et du Mans en collaboration également avec la Compagnie de Fives-Lille. L'ouverture de ces deux réseaux est annoncée pour le mois de mai prochain.

G. Richou,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ÉLECTRICITÉ

TRANSMISSION DE LA PUISSANCE MOTRICE
à l'aide de l'électricité
aux engins des gares de chemins de fer.

(Suite[1].)

B. Engins employés sous les halles. — *Grue Nepveu.* — Comme nous l'avons vu au début de ce chapitre, certaines compagnies font usage de la grue Nepveu. Pour répondre aux mêmes besoins, il serait facile de combiner un appareil électrique dont la figure 1 du numéro 18, page 275, donne une vue d'ensemble. Un treuil avec moteur de 2 chevaux placé en dessous du chemin de roulement, permettrait de soulever la charge et de transmettre au système le mouvement de translation. Des cordes de tirage permettraient de mettre le moteur en marche dans les deux sens et d'effectuer l'embrayage pour le levage ou pour la translation.

Un treuil roulant établi dans ces conditions peut être évalué à 2 000 francs.

Monte-sacs. — Dans certaines gares, il existe des halles affectées spécialement aux céréales; ces halles comportent le plus souvent un étage sur le plancher duquel on dépose les sacs.

Dans l'exemple que nous donnons, on peut résoudre le problème de l'installation de monte-sacs de deux manières différentes, étant entendu que nous avons en vue la transformation d'un outillage existant qui recevait le mouvement d'une machine à vapeur par l'intermédiaire d'une transmission longitudinale.

La première solution consiste à attaquer la transmission principale par un moteur unique de 11 chevaux (fig. 1).

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 9, p. 132; n° 10, p. 149; n° 11, p. 162; n° 12, p. 181; n° 13, p. 196; n° 14, p. 211; n° 15, p. 229; n° 16, p. 245; n° 17, p. 259; n° 18, p. 274; n° 19, p. 292; n° 20, p. 306.

La deuxième prévoit l'emploi de moteurs spéciaux de 5 à 6 chevaux pour chaque monte-sacs (fig. 2).

L'adjonction d'un moteur de 11 chevaux et de ses accessoires coûterait pour 4 monte-charges. .	3.500 francs.
La dépense par appareil serait ainsi de	900 —
L'adjonction de moteurs de 6 chevaux coûterait par appareil.	1.600 —

Eu égard aux conditions du travail, on choisira l'une ou l'autre des deux solutions indiquées, car il est bien évident que si les quatre monte-charges doivent travailler en même temps, il est préférable de recourir à l'emploi d'un moteur unique.

Engins électriques de la Compagnie du Nord. — *Grue roulante, tournante, avec flèche abaissable de 10 mètres de portée.* — Dans cet appareil, qui a été mis en service à Boulogne-sur-Mer, une seule dynamo réceptrice de 65 ampères et 200 volts (fig. 3 et 4) sert à donner les divers mouvements de levage, d'orientation, de translation et de relevage de la flèche. Cette dynamo est capable de développer, en marche normale, une puissance de 1 270 kilogrammètres et, momentanément, une puissance double.

Deux prises de courant sont réparties le long de la voie sur laquelle circule la grue, et des câbles volants relient les conducteurs principaux à un commutateur rhéostat placé sur la plate-forme de la grue, à proximité de l'agent qui dirige les manœuvres.

Le mouvement de la dynamo est transmis à l'arbre moteur principal au moyen d'une courroie. Cet arbre principal met en mouvement, par poulies de friction, un arbre intermédiaire qui est relié par engrenages cylindriques au tambour sur lequel s'enroule le câble de suspension.

Pour obtenir le levage de la charge, il suffit de lever le levier de manœuvre afin de mettre en contact les poulies de friction.

Pour maintenir la charge suspendue, on abandonne le levier de manœuvre, et la poulie de friction de l'arbre intermédiaire vient alors au contact d'un frein fixe monté sur le bâti.

Pour la descente, on lève plus ou moins le levier.

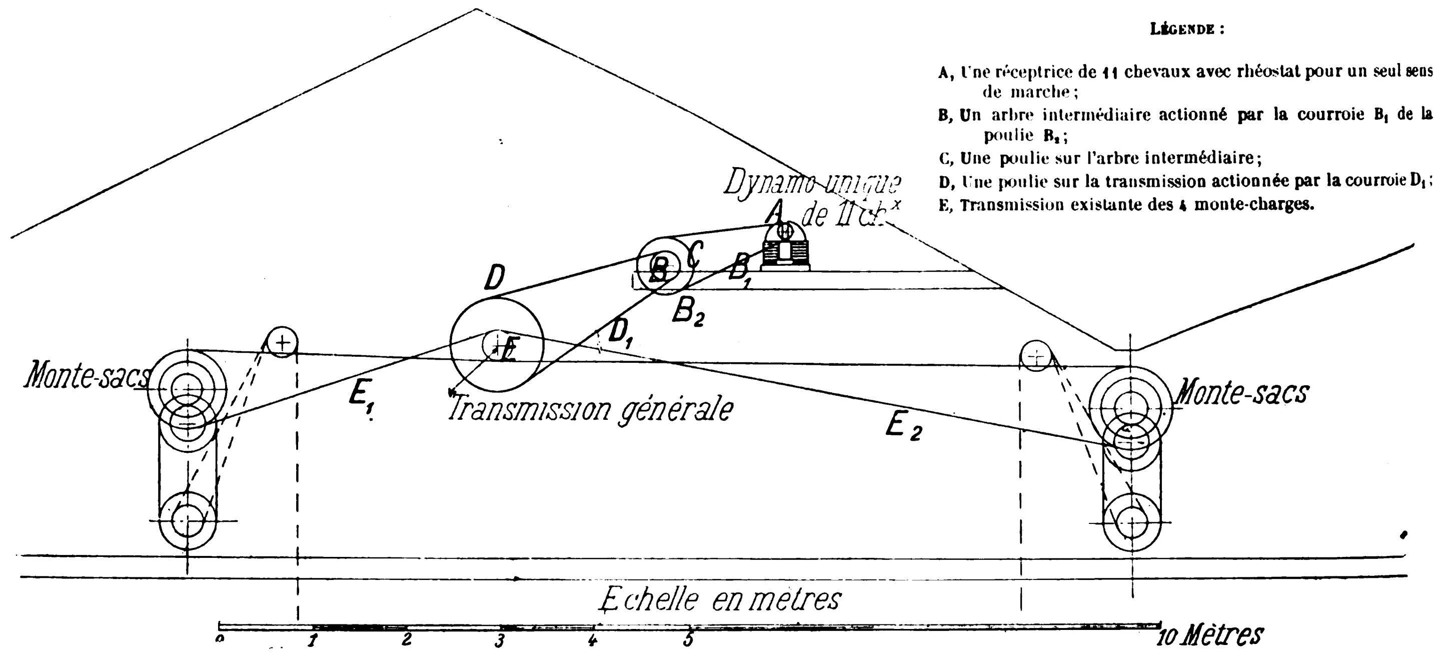


Fig. 1. — Transformation de monte-sacs mus par transmission, en monte-sacs électriques.



L'orientation s'obtient à l'aide d'engrenages mis en mouvement par un manchon d'embrayage à emboîtement conique, placé sur l'arbre moteur et actionnant l'un ou l'autre de deux pignons d'angle qui correspondent aux deux sens de marche.

passe sur un deuxième galet fixé à l'extrémité inférieure des contre-tirants et enfin vient s'attacher au caisson à lest.

Un manchon d'embrayage permet de débrayer la vis sans fin, en même temps qu'un mouvement spécial de linguet, combiné avec la manœuvre du manchon d'embrayage, assure la fixité de la vis sans fin.

Une manœuvre à bras peut remplacer instantanément la manœuvre électrique en cas d'avarie.

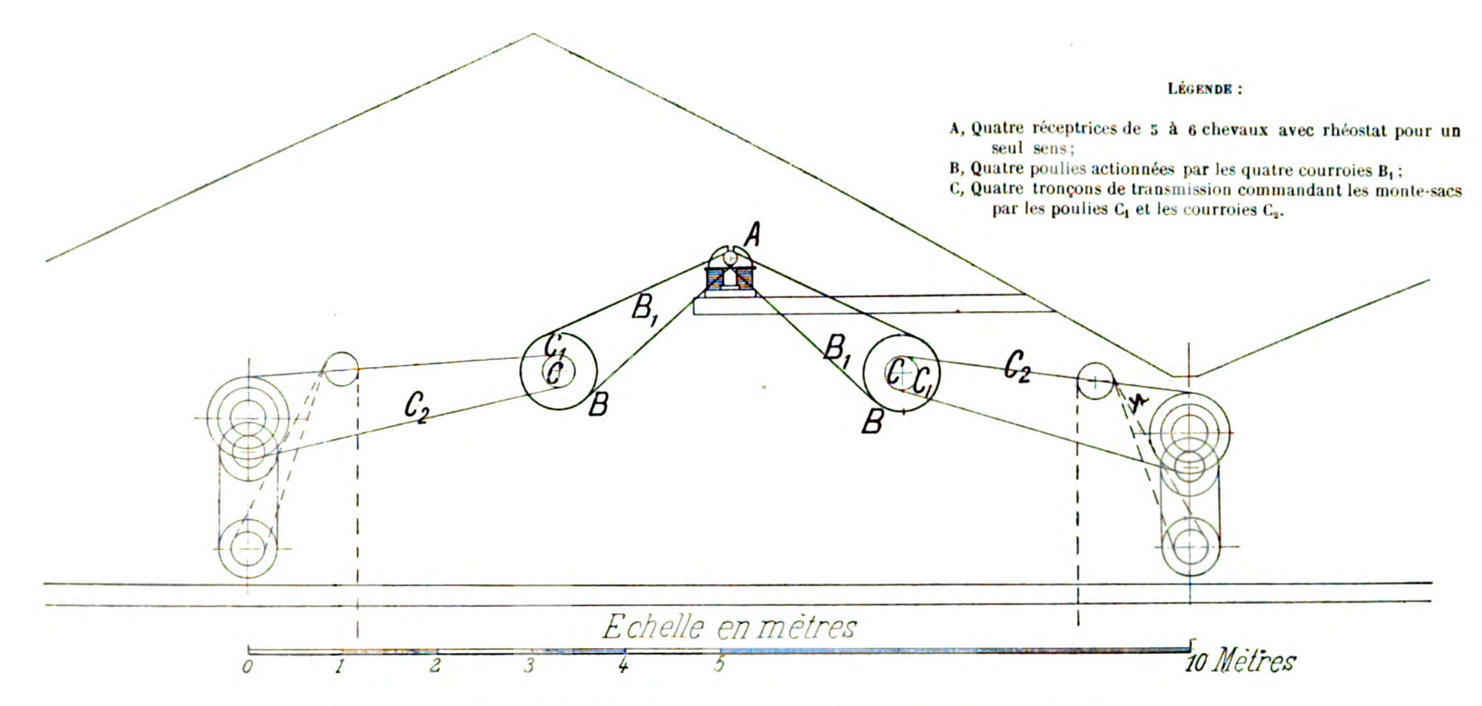


FIG. 2. — Transformation de monte-sacs mus par transmission en monte-sacs électriques.

Le mouvement de translation est commandé par une paire de chaînes Galle actionnant chacune l'un des essieux du truck. L'arbre des pignons Galle est relié par engrenages à l'arbre moteur. Un embrayage double permet d'obtenir le déplacement avant ou arrière de la grue.

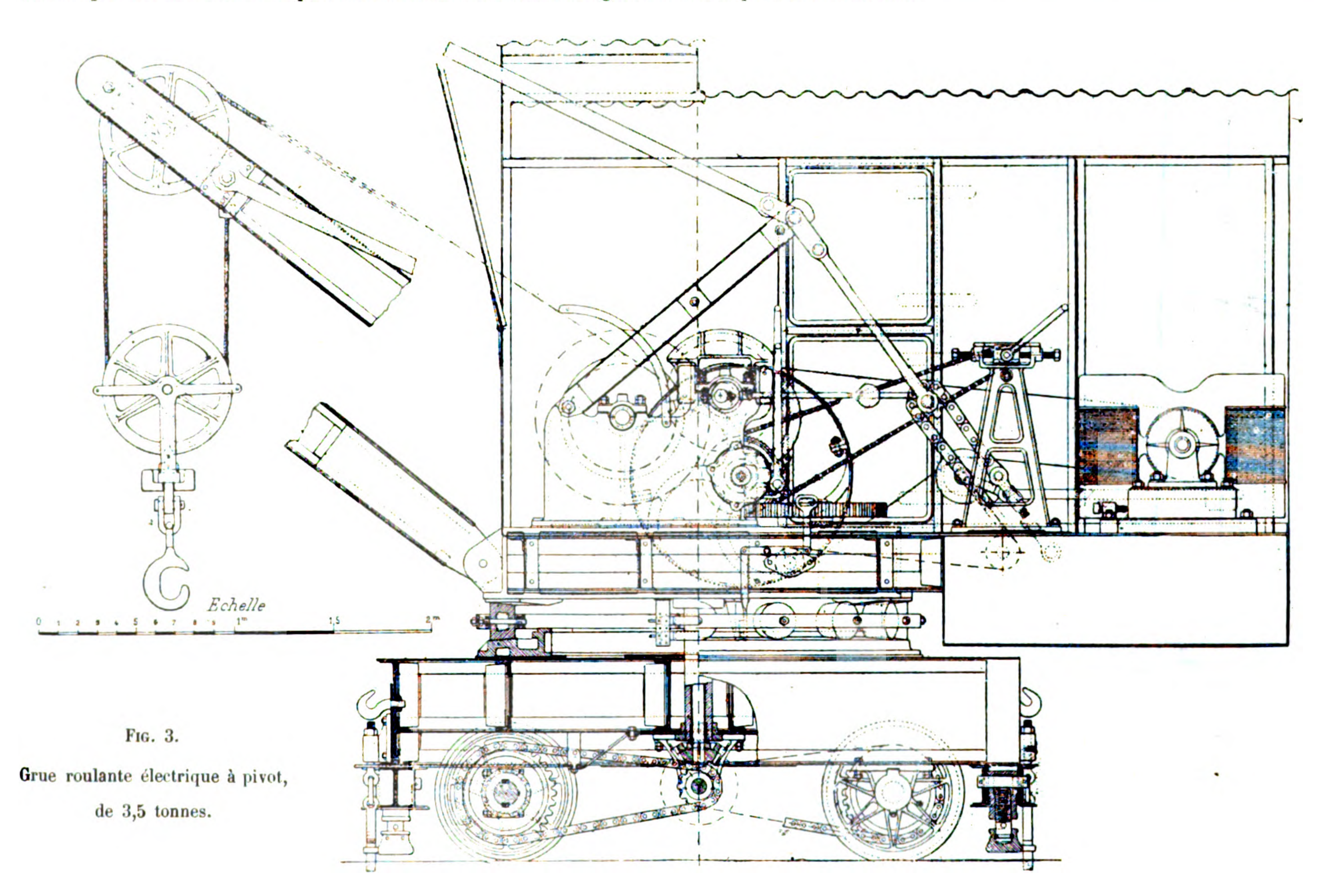


FIG. 3.

Grue roulante électrique à pivot, de 3,5 tonnes.

Le système d'engrenages d'angle et de manchon correspondant à la translation de la grue peut également commander le mouvement de relevage de la flèche, qui est obtenu par engrenage hélicoïdal faisant tourner un arbre sur lequel sont montés deux pignons Galle, entraînant chacun une chaîne ; celle-ci fait retour sur un galet de renvoi

Grue-applique de 500 kilogr. — La Compagnie du Nord emploie également des grues fixes à pivot (fig. 5 et 6) commandées par un moteur électrique actionnant le tambour de tirage par une courroie dont la tension est obtenue au moyen d'un contrepoids et d'un rouleau de renvoi.



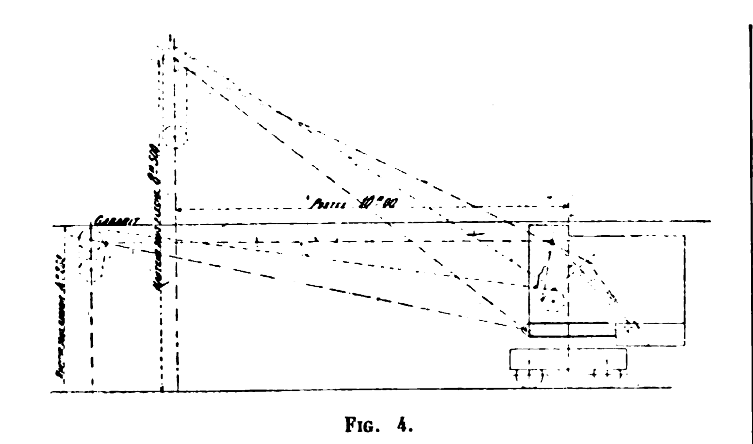


Fig. 4.

Le moteur électrique est fixé sur le pivot de la grue et le courant y arrive par des frotteurs.

Monte-charges électriques de la Compagnie du chemin de fer du Nord, de 500 et 1 200 kilogr. — La Compagnie du Nord fait usage de monte-charges mis en mouvement par l'électricité, lorsqu'il y a lieu de monter des marchandises dans des gares dont l'accès est au niveau de la rue, tandis que les voies et quais de chargement sont à un niveau supérieur.

Ce système de monte-charges (fig. 7) se compose d'une dynamo de 40 à 50 ampères sous 100 volts dont l'arbre de l'induit est prolongé par une vis sans fin qui engrène avec une roue hélicoïdale sur laquelle est une noix donnant directement le mouvement à une chaîne de Galle. L'une des extrémité de la chaîne supporte le contrepoids qui fait équilibre à la cage ; l'autre extrémité est fixée à la cage mobile et la chaîne revient à la noix après avoir passé sur une série de trois poulies à gorge.

Le pylône est constitué par quatre fers cornières qui servent de guides à la cage.

Près de la dynamo se trouve le rhéostat de démarrage et le commutateur-inverseur.

Ces deux appareils peuvent être actionnés des deux niveaux du

Fig. 5 et 6. — Élévation et plan d'une grue à colonne de 500 kilogrammes. — Manœuvre électrique.

Ce type de grue peut également être manœuvré à bras en cas d'avarie au moteur électrique.

monte-charges, au moyen d'une corde en fil d'acier, dont la tension est continuellement maintenue à l'aide d'un petit contrepoids.

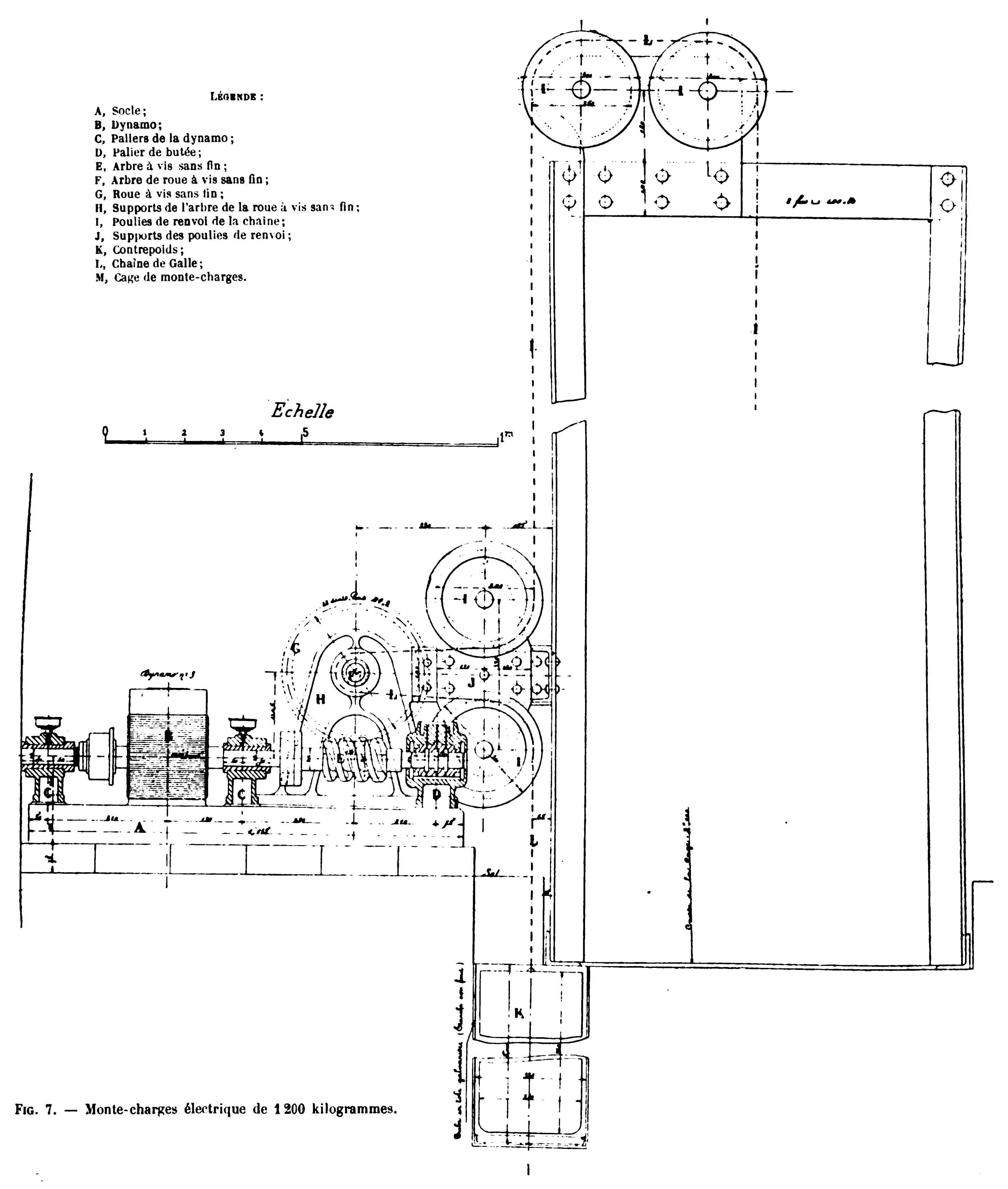


FIG. 7. — Monte-charges électrique de 1 200 kilogrammes.

Treuil électrique sur poutre en fer. — La Compagnie du Nord emploie également à sa gare de La Chapelle un treuil de 1,5 tonne mobile sur une poutre métallique fixe. Cet appareil remplit le même but que la grue Nepveu dont nous avons parlé.

Le treuil comporte deux moteurs, l'un pour le levage, et l'autre pour la translation.

G. DUMONT et G. BAIGNÈRES,
Ingénieurs des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

TRAVAUX PUBLICS

LE MÉTROPOLITAIN DE PARIS

Projet du Conseil municipal.

Nous avons décrit dans le *Génie Civil* [1] le projet de Chemin de fer métropolitain dressé, l'année dernière, par les Ingénieurs du service municipal de la Ville de Paris, et nous avons annoncé, en même temps, que ce projet avait été soumis à l'enquête publique, du 18 mai au 18 juin 1896. Contrairement à ce qu'on serait porté à croire, cette consultation n'a guère intéressé les Parisiens, puisque la Commission chargée d'examiner les observations présentées à l'enquête n'a recueilli que 689 dépositions. Encore convient-il d'ajouter que 473 de ces dépositions ne font que répéter une circulaire imprimée, émanant de la Chambre syndicale des propriétaires de Paris, de sorte que le nombre des dires spontanément exprimés n'a été que de 227, chiffre assurément insignifiant pour une population d'environ 2 500 000 âmes. Étant données les modifications que produira l'établissement d'un métropolitain quelconque dans les conditions d'existence, non seule-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 5, p. 67.

ment des industriels et des commerçants, mais aussi des simples particuliers, on ne peut qu'être surpris de l'indifférence apportée par les habitants de la capitale dans la manifestation de leurs opinions à ce sujet.

Il faut remarquer que cette abstention n'implique nullement une approbation du projet présenté par l'Administration, contrairement à ce qu'a prétendu, dans son rapport, la Commission d'enquête. Pour s'en convaincre, il suffit de rappeler ce qui se passe actuellement au sujet de la traversée de l'avenue des Champs-Élysées par la ligne de tramway qui doit aller de la porte d'Orléans à Saint-Philippe-du-Roule. Le tracé de cette ligne n'avait soulevé aucune protestation, au moment où il avait été mis à l'enquête, et cependant le premier coup de pioche était à peine donné au rond-point des Champs-Élysées, que des plaintes très vives s'élevaient de toutes parts, montrant bien que le silence gardé pendant l'enquête *de commodo* ne devait pas être considéré comme une preuve d'assentiment. Le Conseil municipal nous semble donc s'abuser singulièrement s'il prend pour une approbation l'indifférence que rencontre son projet. C'est au moment de l'exécution des travaux, ou peut-être même après leur ouverture à l'exploitation, que se produiront les protestations, alors qu'il sera sans doute trop tard pour en tenir compte.

Depuis les conclusions de la Commission d'enquête, la question est revenue devant le Conseil municipal qui, par une délibération en date du 4 décembre 1896, a invité le préfet de la Seine à poursuivre la déclaration d'utilité publique d'un réseau un peu différent de celui soumis à l'enquête du 18 mai au 18 juin 1896. Cette nouvelle enquête a eu lieu, du 6 janvier au 6 février 1897, dans les arrondissements où le projet primitif avait subi des modifications, c'est-à-dire dans les Ve, VIe, VIIe, XIe, XIIe et XXe arrondissements; elle n'a, d'ailleurs, pas soulevé plus d'objections que la première.

Tracé. — Après les modifications apportées au projet primitif, la constitution définitive du nouveau réseau qui doit, d'ailleurs, toujours être à voie étroite et à traction électrique (1), comprendrait les lignes suivantes avec leurs raccordements :

1° De la porte de Vincennes à la porte Dauphine (tube Berlier);
2° Ligne circulaire par les boulevards extérieurs;
3° De la porte Maillot à Ménilmontant;
4° De la porte de Clignancourt à la porte d'Orléans;
5° Du boulevard de Strasbourg au pont d'Austerlitz;
6° Du cours de Vincennes à la place d'Italie par le pont de Bercy;
7° Enfin, une ligne éventuelle de la place Valhubert au quai de Conti.

Il y a lieu de remarquer, tout d'abord, que la ligne n° 1 n'est autre chose que la ligne précédemment connue et désignée sous le nom de tube Berlier (2). Tant qu'il n'avait été question que d'un métropolitain à voie normale et se raccordant aux grandes lignes, le tube Berlier, d'un type tout différent, pouvait s'établir à côté. Aujourd'hui que la Ville se propose de construire un métropolitain d'un modèle peu différent de celui proposé par M. Berlier pour la ligne Vincennes-Bois-de-Boulogne, cette ligne va se trouver naturellement incorporée dans le réseau général.

La ligne de la place Valhubert au quai de Conti, prévue, d'ailleurs, simplement à titre éventuel, est surtout destinée à créer une entrave au projet de prolongation de la ligne d'Orléans jusqu'au quai d'Orsay (3). Elle ne paraît pas avoir grande chance d'être mise à exécution, et il est même probable qu'elle va être abandonnée.

Voici maintenant quel serait l'itinéraire des différentes voies énumérées ci-dessus :

Ligne n° 1 : *De la porte de Vincennes à la porte Dauphine* (fig. 1). — Cours de Vincennes, boulevard Diderot, rue de Lyon, place de la Bastille, rues Saint-Antoine, de Rivoli, place de la Concorde, Champs-Élysées, place de l'Étoile, avenue Victor-Hugo et avenue Bugeaud. Cette ligne serait entièrement souterraine.

Ligne n° 2 : *Circulaire par les boulevards extérieurs.* — Place de l'Étoile, avenue de Wagram, boulevards de Courcelles, des Batignolles, de Clichy, de Rochechouart, de la Chapelle, de la Villette, de Belleville, de Ménilmontant et de Charonne, avenue de Taillebourg, place de la Nation, où cette ligne se soude à la ligne n° 1 pour se confondre avec celle-ci le long du boulevard Diderot, quai de la Rapée, pont d'Austerlitz, boulevard de l'Hôpital, place d'Italie, boulevards d'Italie, Saint-Jacques, Raspail, Edgar-Quinet, de Vaugirard, Garibaldi et de Grenelle, du Trocadéro et avenue Kléber. La figure 1 indique les parties de cette ligne en souterrain, en tranchée et en viaduc.

Ligne n° 3 : *De la porte Maillot à Ménilmontant.* — Porte Maillot, avenue de la Grande-Armée, confondue avec la ligne circulaire entre la place de l'Étoile et le boulevard des Batignolles, rues de Constantinople et de Rome, boulevard Haussmann, rue Auber, place de l'Opéra, rue du 4-Septembre, place de la Bourse, rues Réaumur, de Turbigo et du Temple, place de la République par dessous le canal Saint-Martin, avenue de la République et avenue Gambetta jusqu'au chemin de fer de Ceinture.

Ligne n° 4 : *De la porte Clignancourt à la porte d'Orléans.* — Boulevards Ornano, Barbès, de Magenta, de Strasbourg et de Sébastopol, rue de Turbigo, Halles centrales, rue du Louvre, traversée de la Seine en tunnel, direction de la rue de Rennes, boulevard Raspail, place Denfert-Rochereau, où elle se raccorde avec la ligne circulaire, et enfin avenue d'Orléans jusqu'à la porte d'Orléans.

Ligne n° 5 : *Du boulevard de Strasbourg au pont d'Austerlitz.* — Boulevard de Magenta, place de la République, boulevards Voltaire et Richard-Lenoir, place de la Bastille, boulevard de la Contrescarpe et quai de la Rapée.

Ligne n° 6 : *Du cours de Vincennes à la place d'Italie.* — Boulevards de Picpus, de Reuilly, de Bercy, pont de Bercy et boulevard de la Gare. Un raccordement établi en viaduc sur le quai de la Rapée, entre les ponts de Bercy et d'Austerlitz, relie cette ligne à la ligne n° 2.

Ligne n° 7 : *De la place Valhubert au quai de Conti.* — Elle se détacherait à la place Valhubert du viaduc de la ligne circulaire, s'abaisserait en tranchée le long du Jardin des Plantes, puis s'établirait en souterrain sous les quais Saint-Bernard, de la Tournelle, de Montebello, Saint-Michel, des Grands-Augustins et de Conti. A ce dernier point, elle s'embrancherait, sous la rue de Rennes prolongée, avec la ligne n° 4.

La longueur totale du réseau serait de 65km 4125, dont 11km 150 pour la ligne n° 1, 22km 020 pour la ligne n° 2, 8km 3825 pour la ligne n° 3, 10km 625 pour la ligne n° 4, 4km 760 pour la ligne n° 5, 6km 075 pour la ligne n° 6 et 2km 500 pour la ligne n° 7.

Voies et stations. — En ne considérant que les six premières lignes, on trouve que les voies sont établies en souterrain sur 40km 339, en tranchée sur 11km 725 et en viaduc sur 10km 847. Le nombre total des stations prévues, pour ces six lignes seulement, est de 118, dont 70 en souterrain, 26 en tranchée et 22 en viaduc. L'espacement moyen des stations est d'environ 500 mètres.

Rien, par ailleurs, n'est changé aux données essentielles du projet primitif, si ce n'est que le rayon des courbes pourra, sur la ligne de la porte de Vincennes à la porte Dauphine, être abaissé à 50 mètres aux abords de la place de la Bastille.

Exploitation et matériel. — Le matériel reste également tel qu'il avait été prévu dans le projet primitif (1). Quant aux circuits prévus à l'origine pour la circulation des trains, l'adjonction des lignes 1, 6 et 7 obligera à les modifier, mais la nouvelle marche des trains n'est pas encore étudiée. Toutefois, il reste établi que les trains devront pouvoir se succéder à deux minutes et demie d'intervalle, avec arrêts de 30 secondes et espacement de 700 mètres entre deux trains.

Estimation des dépenses. — La dépense prévue pour l'exécution du réseau modifié ou complété se résume ainsi : 31 673 957 francs pour la ligne n° 1, 60 795 352 francs pour la ligne n° 2, 25 304 885 francs pour la ligne n° 3, 35 711 769 francs pour la ligne n° 4, 14 357 571 francs pour la ligne n° 5 et 16 537 054 francs pour la ligne n° 6, soit 184 380 588 francs pour les six premières lignes. Cette dépense se répartirait de la façon suivante :

	Dépense totale.	Dépense kilométrique.
Infrastructure. . . . . Fr.	133 000 000	2 114 047
Superstructure	6 951 050	110 487
Matériel.	16 685 202	265 214
Force motrice	23 244 246	369 470
Indemnités	4 500 000	71 528
Totaux. . . . Fr.	184 380 508	2 930 746

A cette dépense, il faudrait ajouter encore environ 10 millions pour tenir compte de la ligne éventuelle n° 7.

Concession de l'exploitation. — D'après l'opinion qui prévaut actuellement au Conseil municipal, le métropolitain serait construit par la Ville et exploité par un concessionnaire. La Ville exécuterait, à l'aide d'un emprunt, tous les travaux d'infrastructure et laisserait ceux de superstructure à la charge du concessionnaire.

La base de cette combinaison serait le prélèvement pour la Ville de 0 fr. 05 par billet de voyageur délivré, prélèvement qui serait affecté à gager l'emprunt.

Dans le but de provoquer les demandes en concession, le préfet de la Seine a pris un arrêté mettant pendant un mois, à partir du 5 mars 1897, à la disposition du public les pièces du projet concernant le réseau projeté ainsi que les projets de cahier des charges et de traité de concession relatif à l'exploitation de ce réseau.

D'après ce projet de convention entre la Ville et le concessionnaire, ce dernier doit s'engager à former dans le délai de six mois à partir de la promulgation de la loi déclarative d'utilité publique, une société anonyme au capital minimum réel de 25 millions et dont le Conseil d'administration sera composé exclusivement de Français. Il devra également n'employer que du personnel français et du matériel de provenance française, sauf les exceptions spécialement autorisées par la Ville.

L'ordre d'exécution des différentes lignes du réseau sera celui dans lequel nous avons énuméré plus haut ces lignes. La présentation des projets d'exécution, puis le commencement des travaux d'infrastructure, auront lieu, pour la première section, dans les délais de trois mois et de huit mois à partir de la loi déclarative d'utilité publique. Les mêmes délais seront comptés, pour chacune des sections suivantes

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 1, p. 3.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XII, n° 3, p. 37.
(3) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 25, p. 394.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 25, p. 397.



à partir de la mise en exploitation de la section précédente. Le concessionnaire devra, pour chaque section, commencer les travaux qui lui incombent dans un délai de deux mois à partir de la remise qui lui sera faite de la plate-forme du chemin de fer par la Ville; il devra être en mesure de commencer l'exploitation de la même section dans le délai de dix mois à partir du jour de ladite remise.

Dans les parties en souterrain le concessionnaire devra exécuter tous ses travaux sans ouverture de tranchée sur la voie publique et faire souterrainement tous ses transports. Il devra établir ses magasins, usines, dépôts et ateliers dans les limites de l'octroi, et l'exploitation devra être organisée de façon que les ouvriers et employés ne puissent être astreints à une présence de plus de dix heures par jour; il y aura, d'ailleurs, deux équipes journalières distinctes pour tous les services.

jusqu'à huit heures du matin auront droit à un billet qui leur permettra de reprendra gratuitement dans l'autre sens un des trains quelconque de la journée, excepté toutefois les dimanches et jours fériés.

Telles sont les principales bases d'après lesquelles la Ville de Paris cherche à céder l'exploitation du réseau métropolitain qu'elle à l'intention de construire. Si elle trouve le concessionnaire qu'elle demande, il ne lui restera plus à obtenir, pour pouvoir mettre ses projets à exécution, que la loi déclarative d'utilité publique. C'est là, sans doute, que réside l'écueil qui pourra les faire échouer, car il y a lieu de penser que les idées du Parlement sur ce que doit être le métropolitain de Paris, ne sont pas, sur tous les points, les mêmes que celles du Conseil municipal.

Il convient, d'ailleurs, d'ajouter qu'avant même que la Chambre des Députés soit saisie de la question, le Conseil d'État aura à examiner la combinaison financière proposée par le Conseil municipal. Or, rien n'autorise à admettre que cette Assemblée approuvera une opération aussi aléatoire que celle dont il s'agit.

Fig. 1. — Tracé du Métropolitain de Paris (projet du Conseil municipal).

Enfin la redevance à payer par le concessionnaire à la Ville de Paris, pour gager l'emprunt destiné à l'exécution des travaux d'infrastructure, sera, comme nous l'avons dit, calculée à raison de 0 fr. 05 par billet délivré, quelque soit le prix du billet.

Le projet de cahier des charges qui accompagne le projet de convention est établi d'après le modèle annexé au décret du 6 août 1881. Il stipule, notamment, que les rails employés seront en acier, du poids minimum de 30 kilogr. par mètre courant. Le nombre minimum des voyages qui devront être faits tous les jours dans chaque sens est fixé à 135; les trains se composeront de six voitures au plus et la vitesse de marche ne pourra jamais dépasser 36 kilomètres à l'heure.

La durée de la concession est fixée à 35 ans; à cette époque, la Ville de Paris sera subrogée à tous les droits du concessionnaire, sans indemnité. La voie, les immeubles et tous les objets mobiliers qui en dépendent, devront être en bon état d'entretien. Le rachat de la concession par la Ville sera, d'ailleurs, toujours facultatif.

Le concessionnaire sera autorisé à percevoir, pendant toute la durée de la concession, le prix de 0 fr. 20 par voyageur pour un parcours quelconque. Les voyageurs transportés par les trains mis en marche

A. D.

MÉCANIQUE

APPLICATION DES POMPES A AIR INDÉPENDANTES sur les cuirassés.

Malgré l'opposition qu'elle a rencontrée à ses débuts, la condensation indépendante, par suite des heureux résultats obtenus dans les applications où elle a été adoptée, s'est aujourd'hui imposée d'elle-même et, reléguée, il y a peu de temps encore, au service des machines secondaires, on la trouve maintenant appliquée non seulement aux machines fixes les plus puissantes, mais aussi aux machines marines

destinées aux cuirassés de premier rang et aux croiseurs à grande vitesse.

Les raisons de son succès s'expliquent par les très sérieux avantages qu'elle offre sur les pompes commandées par les machines principales, parmi lesquels on peut citer la facilité donnée dans le choix de l'emplacement, alors que les pompes attelées directement aux moteurs doivent être installées latéralement à ceux-ci et en gênent l'accès, ainsi que la possibilité de les maintenir en marche même pendant l'arrêt du navire, et de varier leur vitesse suivant les besoins du moment.

Dans l'étude qui suit, nous nous bornerons à l'examen d'un type déterminé de pompes à air indépendantes, qui montre précisément à quels résultats remarquables on peut arriver avec une machine étudiée spécialement pour répondre aux conditions particulières dans lesquelles elle doit travailler.

Quand, il y a quelques années déjà, les États-Unis commencèrent la construction d'une série de croiseurs cuirassés à grande vitesse et de garde-côtes cuirassés, tels que le *Columbia*, le *Minneapolis*, le *Brooklyn*, pour la première catégorie, et l'*Indiana*, le *Massachussets*, l'*Orégon* pour la seconde, en raison des forces considérables nécessaires pour obtenir les grandes vitesses que l'on recherchait, on fut amené à fractionner les unités de puissance motrice et, par suite, à employer des propulseurs multiples.

C'est ainsi que le *Columbia* et le *Minneapolis* sont pourvus de trois hélices commandées chacune par une machine à triple expansion; que le *Brooklyn* est muni de deux hélices actionnées indépendamment par deux machines à triple expansion accouplées en tandem; enfin, que le *Massachussets* possède deux machines actionnant chacune les hélices motrices.

Ce fractionnement en unités, ne dépassant pas 6 à 7 000 chevaux, entraîna nécessairement l'adoption de vitesses de rotation relativement grandes (on verra, en effet, que toutes les machines que nous avons citées font, en moyenne, 130 tours à la minute), d'où la nécessité d'adopter, pour le service de ces machines, la condensation indépendante.

Les Ingénieurs et les constructeurs ont pensé, avec raison, que des pompes à air, dont les clapets battraient 260 coups à la minute, ne pourraient avoir qu'un rendement déplorable et que, pour obtenir, dans ces conditions, un vide acceptable, on serait amené, comme on le pratique du reste tous les jours, à augmenter dans de fortes proportions les dimensions normales des pompes à air et, par suite, la force employée à les faire mouvoir.

A cette occasion, il fut créé un type absolument nouveau de pompe à air et, avec une hardiesse qui, chez nous, aurait peut-être paru téméraire, ce type fut adopté avant d'avoir fait ses preuves d'une façon absolue. Mais il est vrai que le problème avait été sérieusement étudié et envisagé sous toutes ses faces.

D'abord, on décida d'employer le type à action directe, malgré son infériorité indéniable au point de vue de la consommation de vapeur, car l'impossibilité d'employer une machine à volant tient également à l'instabilité même des navires et à l'existence, dans toute machine à détente, d'un point mort qui ne permet pas de compter d'une façon absolue sur une marche complètement automatique telle que doit l'être celle d'un condenseur indépendant.

On adopta aussi le type vertical et l'emploi de pompes à simple effet conjuguées. Pour le travail spécial qu'elles ont à fournir, cette disposition est, en effet, celle qui donne les meilleurs résultats, car ces pompes ayant à extraire un mélange de vapeur et d'eau, la disposition verticale permet à ces fluides de se ranger dans le corps de pompes par ordre de densité, et le fonctionnement des soupapes se fait alors d'une façon rationnelle.

Comme on peut s'en rendre compte en se reportant aux figures 1 et 2, la pompe se compose de deux cylindres à air placés verticalement, côte à côte, et dont les tiges de pistons sont dans le prolongement direct des tiges des pistons des cylindres moteurs E et E′ qui les surmontent (fig. 2).

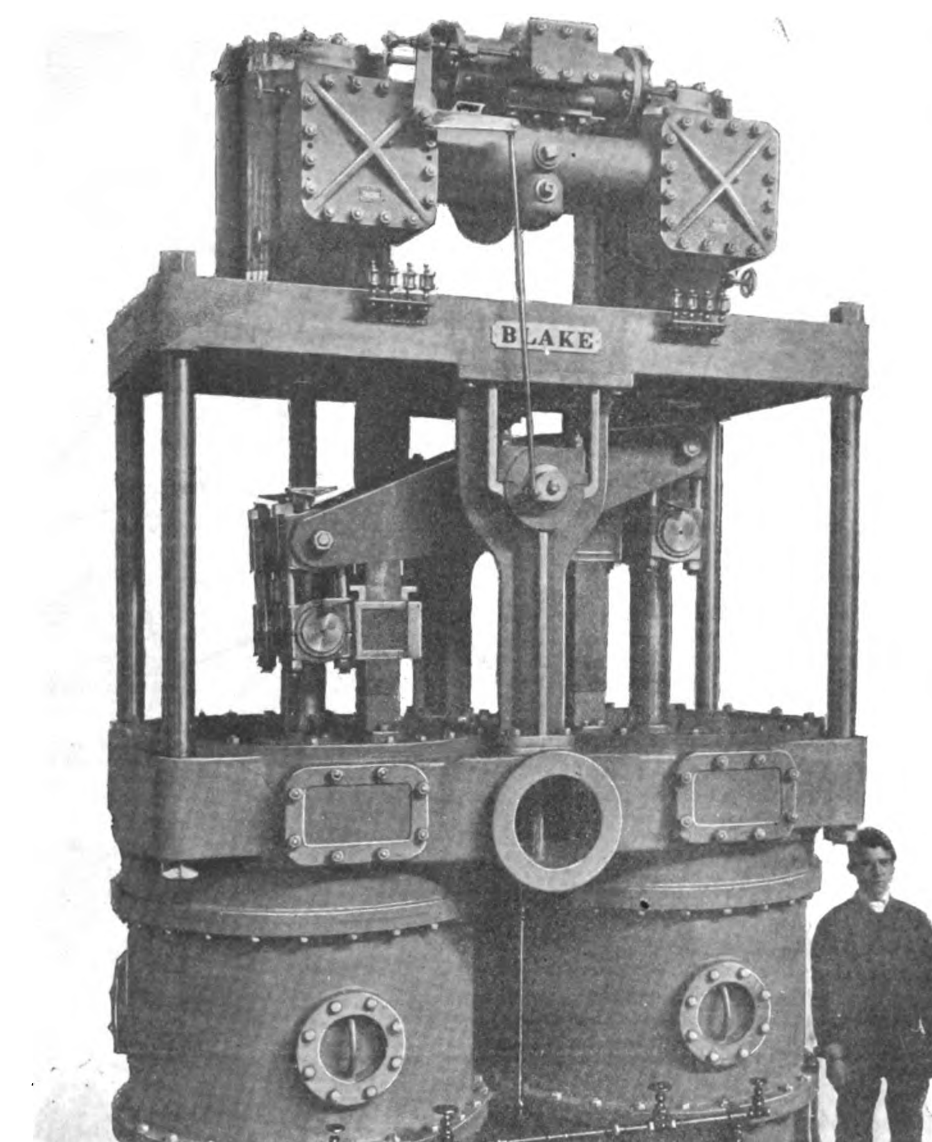


Fig. 1. — Pompe à air indépendante, à simple effet, pour machines marines destinées aux cuirassés.

Les pompes sont à simple effet : elles aspirent par la partie inférieure le mélange de vapeur et d'eau condensée qui provient des condenseurs à surface et le rejettent à la partie supérieure.

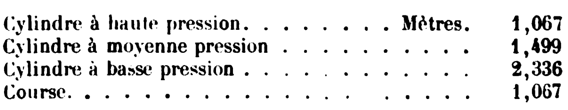
Le système de distribution des cylindres à vapeur est tout spécial : les tiroirs de distribution ne sont pas mus directement par les pièces en mouvement, mais bien par un petit servo-moteur M, M′, constitué par un cylindre horizontal auxiliaire dans lequel se meut un piston qui commande les tiroirs de distribution proprement dits par une série de leviers *nf*. La distribution de ce cylindre auxiliaire est actionnée par un mouvement de sonnette relié au balancier *e*, *b*, *a*.

Cette disposition a pour but de supprimer d'une façon complète les points morts, d'assurer une marche automatique, quelle que soit la vitesse de la machine, et de permettre le démarrage en n'importe quel point de la course.

Le balancier, qui réunit les deux tiges de piston, ne sert qu'à conjuguer les deux corps de pompe et, en même temps, à répartir d'une façon uniforme les efforts moteurs.

Cette courte description permettant de se rendre compte du fonctionnement de cette pompe à air, nous allons donner ci-dessous les résultats obtenus dans divers essais; ces chiffres correspondent aux résultats officiels publiés dans le *Journal of the American Society of Naval Engineers*, où sont insérés les rapports de réception du département de la marine des États-Unis.

Le *Minneapolis* a trois machines à triple expansion dont les dimensions sont :



	Mètres.
Cylindre à haute pression	1,067
Cylindre à moyenne pression	1,499
Cylindre à basse pression	2,336
Course	1,067

Nombre de tours moyen par minute : 132;

Force totale développée par les machines : 20 400 chevaux indiqués.



Chaque machine est desservie par une pompe à air indépendante dont les dimensions sont les suivantes :

Cylindres à vapeur	Mètres.	0,381
Cylindres à air		0,800
Course commune		0,533

A raison de 15 coups doubles par minute, les 3 pompes ont développé une force totale de 30 chevaux-vapeur indiqués, soit moins de $^1/_8$ % de la force des machines principales. Le rapport des volumes décrits par le piston à basse pression et le piston de la pompe à air est de 72 contre 1.

Le *Massachusets* a 2 machines à triple expansion dont les dimensions sont :

Cylindre à haute pression	Mètres.	0,876
Cylindre à moyenne pression		1,219
Cylindre à basse pression		1,905
Course		1,067

Nombre de tours moyen par minute : 133 ;
Force totale développée par les machines : 10200 chevaux indiqués.

Chaque machine est desservie par une pompe à air indépendante dont les dimensions sont :

Cylindres à vapeur	Mètres.	0,305
Cylindres à air		0,635
Course commune		0,457

A raison de 16 coups doubles par minute, les 2 pompes ont développé une force totale de 12,5 chevaux-vapeur indiqués, soit moins de $^1/_8$ % de la force des machines principales. Le rapport des volumes décrits par le piston à basse pression et le piston de la pompe à air est de 88 contre 1.

Le *Brooklyn* possède 4 machines à triple expansion dont les dimensions sont :

Cylindre à haute pression	Mètres.	0,812
Cylindre à moyenne pression		1,192
Cylindre à basse pression		1,829
Course		1,067

Nombre de tours moyen par minute : 136,5 ;
Force totale développée par les machines : 18250 chevaux indiqués.

Chaque machine est desservie par une pompe à air indépendante dont les dimensions sont :

Cylindres à vapeur	Mètres.	0,305
Cylindres à air		0,635
Course commune		0,457

A raison de moins de 10 coups doubles par minute, les 4 pompes ont développé une force totale de 17 chevaux-vapeur indiqués, soit moins de $^1/_{10}$ % de la force des machines principales. Le rapport entre les volumes décrits par le piston à basse pression et le piston de la pompe à air est de 140 contre 1.

L'examen des quelques chiffres qui précèdent, en ce qui concerne les pompes à air, fait ressortir d'une façon toute particulière les points caractéristiques suivants :

Vitesse de marche très lente et ayant une tendance à diminuer encore dans les modèles les plus récents, puisque de 16 coups doubles à la minute on tombe à 10 coups et même, dans certaines circonstances, à 8 coups.

En même temps que cette vitesse diminue, on voit augmenter le rapport entre les volumes décrits par le piston à basse pression et le piston de la pompe à air. C'est d'abord 72, puis 88, puis 140 contre 1.

Généralement, dans la pratique, ce rapport est de 36 contre 1 dans les machines marines avec pompes attelées directement.

En même temps aussi la force absorbée suit une marche décroissante : elle s'est abaissée progressivement de $^1/_8$ à $^1/_{10}$ % de la force des machines principales, et, dans les pompes construites récemment pour le *Kaiser Wilhelm der Grosse* [1], on est arrivé au chiffre remarquable de $^1/_{12}$ % pour une puissance de 28 000 chevaux. Les machines du *Kaiser Wilhelm der Grosse* ont des cylindres de 1m 30, 2m 50 et deux de 2m 45 avec une course commune de 1m 475. La pression aux chaudières sera de 13 kilogr. ; le nombre de tours, de 77 par minute. Le navire porte deux hélices. Le groupe des machines est desservi par deux pompes telles que celle représentée sur la figure 1 ; elles sont d'un type analogue à celles qui ont été installées sur le *Minneapolis* et le *Brooklyn* de la flotte des États-Unis, mais on y a ajouté des glissières et des guides par suite de l'augmentatien de leurs dimensions.

Ces pompes possèdent chacune deux cylindres à vapeur à double effet de 0m 425 de diamètre ; les cylindres à air, à simple effet, ont un diamètre de 1m 10 et la course commune atteint 1m 20. Aux essais, elles ont donné un vide de 0m 71, la température d'eau de condensation s'élevant à 26° centigrades. A une vitesse de 75 coups doubles par minute, et bien que les pompes fussent simplement posées sur leur base, elle fonctionnaient sans aucune trépidation, ni vibration.

D'autre part, en ce qui concerne la dépense de vapeur de ces pompes indépendantes, dont le rendement mécanique est si élevé, on ne doit pas perdre de vue que l'on se trouve en présence d'une machine à action directe, c'est-à-dire sans détente qui admet la vapeur à pleine

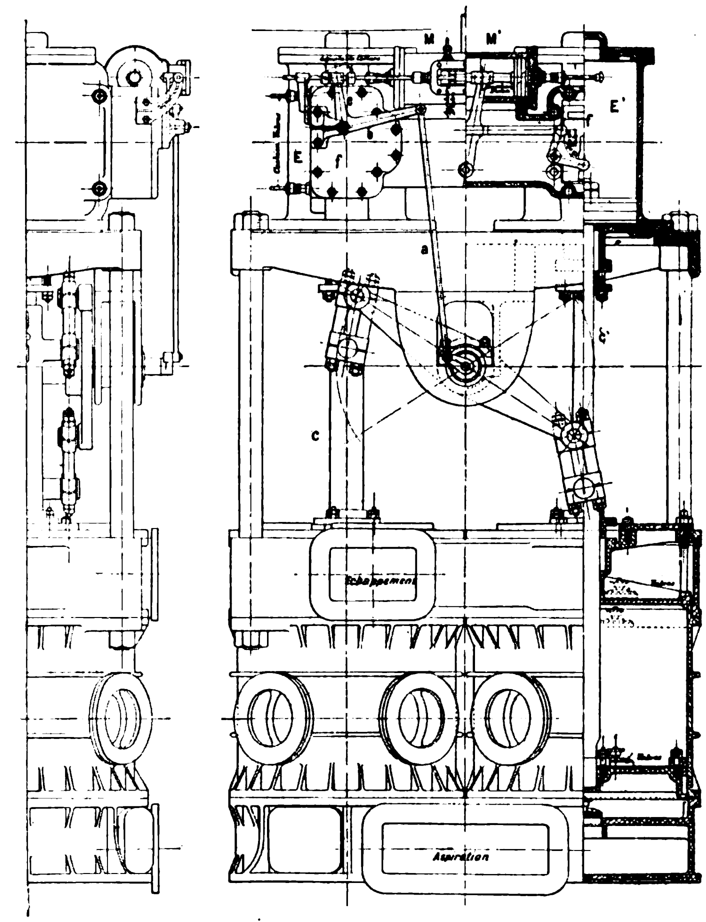


Fig. 2. — Coupe verticale de la pompe à air indépendante représentée sur la figure 1.

pression depuis le commencement de la course jusqu'à la fin. Son rendement économique est donc forcément faible et les expériences comme le calcul indiquent qu'il faut compter sur une dépense de 25 kilogr. de vapeur par cheval-heure indiqué.

Mais, comme nous le verrons par la suite, le rendement total est encore excellent et, loin de contre-balancer les avantages de la condensation indépendante, il constitue pour elle un nouvel avantage.

Il nous reste à nous rendre compte de la manière dont est obtenu le remarquable rendement mécanique de ces appareils.

Pour cela, nous nous servirons des diagrammes pris sur l'une des

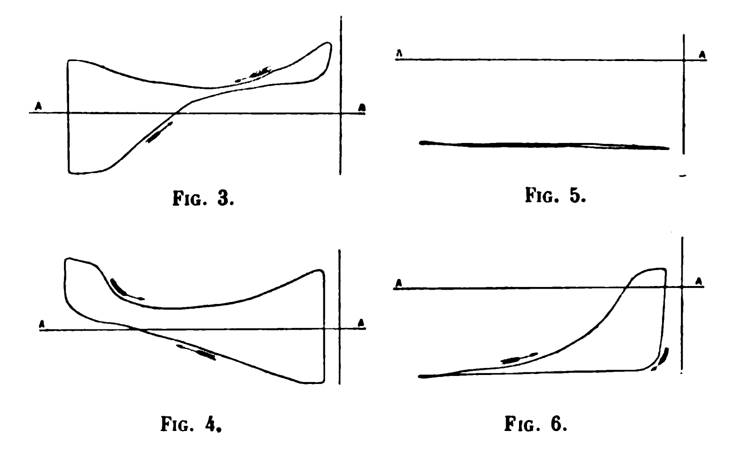


Fig. 3. Fig. 5.

Fig. 4. Fig. 6.

pompes à air du *Minneapolis* lors de ses essais de vitesse, dans lesquels ce croiseur a battu les records précédents en donnant une vitesse de 23,073 nœuds pendant environ 4 heures consécutives.

La figure 3 représente le diagramme de la partie inférieure des cylindres à vapeur ; la figure 4, le diagramme de la partie supérieure ; la figure 5, le diagramme de la partie inférieure des cylindres de la pompe à air ; la figure 6, le diagramme de la partie supérieure des cylindres à air.

Il est incontestable que, *a priori*, la forme des diagrammes des cylin-

(1) Ce vapeur est l'un des deux grands steamers actuellement en construction dans les chantiers Vulcan et Cie, de Stettin (Allemagne), pour le compte du Lloyd allemand du Nord, et destinés, paraît-il, à assurer un service rapide des États-Unis en France (New-York-Saint-Nazaire) durant l'Exposition de 1900.

dres doit sembler anormale au plus haut point. En effet, dans les deux, la courbe d'admission s'infléchit comme s'il y avait détente, pour se relever progressivement et atteindre à la fin de la course à peu de chose près la pression d'admission, ce qui permet d'en conclure que les sections des orifices d'admission sont étranglées et, qu'au début de la course, le piston prend une vitesse telle que la vapeur n'a pas le temps de remplir à pleine pression le volume décrit par le piston; vers le milieu de la course, cette vitesse diminuant, la pression de la vapeur tend à remonter. Puis l'échappement se fait brusquement grâce au système spécial de commande des tiroirs, que nous avons décrit plus haut, mais à peine est-il commencé qu'il se referme graduellement et occasionne ainsi une contre-pression qui atteint plus de la moitié de la pression d'admission.

Ce résultat, qui est voulu, est obtenu par un agencement spécial des orifices d'échappement et cette contre-pression peut être réglée en cours de marche, à l'aide de robinets qui étranglent les orifices d'échappement. Cette disposition permet de régler d'une façon très précise la course des pistons et d'éviter les chocs à fond de course tout en réduisant au minimum les espaces morts.

Le diagramme de la partie inférieure de la pompe à air est, au contraire, excellent et montre que le vide au condenseur est absolument constant.

Quant au diagramme de la partie supérieure il est, lui aussi, irréprochable : la courbe de compression est presque théorique, et la partie qui dépasse la ligne atmosphérique et qui représente le travail d'expulsion de la vapeur et de l'eau à travers les soupapes du diaphragme supérieur se raccorde à la courbe de compression d'une manière si parfaite qu'il est évident que le rendement de l'appareil, en tant que pompe, approche de la perfection.

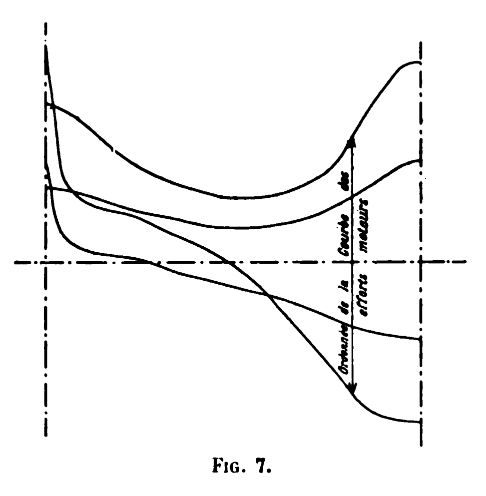


Fig. 7.

On se trouve donc en présence d'un travail résistant surmonté d'une façon pour ainsi dire théorique, à l'aide d'un travail moteur qui affecte une allure tout à fait inusitée. Il n'y a, évidemment, qu'à en conclure que cette forme bizarre du travail moteur est précisément celle qui, dans ce cas particulier, convient pour faire face, d'une façon parfaite, au travail résistant. L'anomalie ne peut être qu'apparente, car si, en effet, nous traçons la courbe des efforts moteurs élémentaires des deux pistons moteurs (il faut les compter ensemble, puisqu'ils sont accouplés par le balancier), nous obtenons, à l'aide des deux diagrammes 3 et 4 additionnés, la figure 7, et en rapportant les ordonnées à une horizontale, la figure 8, qui nous donne, pour chaque instant de la course, la valeur de l'effort moteur, courbe *abcdef*. On voit immédiatement que, sauf un relèvement vers la fin de la course, que nous expliquerons plus loin, la courbe affecte, à s'y méprendre, celle qui serait obtenue par un cylindre moteur à détente et même à détente très prolongée.

Si nous traçons de même la courbe des efforts résistants, en modifiant les échelles dans le rapport des sections des cylindres, ce qui en facilite l'étude, nous obtenons la courbe *ghijkl*.

En considérant les courbes *abcdef* et *ghijkl*, nous voyons ainsi que le relèvement de la courbe des efforts moteurs correspond exactement au moment de l'ouverture des soupapes du diaphragme supérieur et à l'évacuation au dehors de l'eau condensée, ce qui explique ce supplément d'effort (ordonnée *di*).

Donc, comme nous le faisions prévoir, la courbe des efforts moteurs s'adapte admirablement aux efforts résistants. Si, comme le montrent les courbes, ces efforts diminuent à mesure que les efforts résistants augmentent, c'est qu'ils ont été suffisants au début pour imprimer à toutes les masses en mouvement une force vive qui leur permette de vaincre ces résistances croissantes, mais, dès que cela devient nécessaire, ces efforts moteurs augmentent de nouveau avec une souplesse qu'il serait impossible d'obtenir d'une machine à détente, dans les conditions spéciales du travail à remplir : automaticité complète sous n'importe quelle charge et à n'importe quelle vitesse.

Si, maintenant, on compare les surfaces en superposant les deux courbes (courbes *abcdef* et *g'h'i'j'k'l'*), on voit que ces surfaces sont très peu différentes et que, par conséquent, le travail absorbé par les poids morts et les frottements est minime (surfaces hachurées).

Il est même probable que, si l'on comparait les diagrammes des machines construites plus récemment et qui ont donné des résultats meilleurs, la différence serait encore moindre. Les considérations qui précèdent sont suffisantes pour expliquer des résultats qui semblent, à première vue, sujets à caution, et, bien que les chiffres ci-dessus s'appliquent exclusivement à la condensation indépendante par surface et non à la condensation par mélange, il n'en est pas moins vrai que jusqu'à ce jour, on admettait difficilement qu'une pompe à air

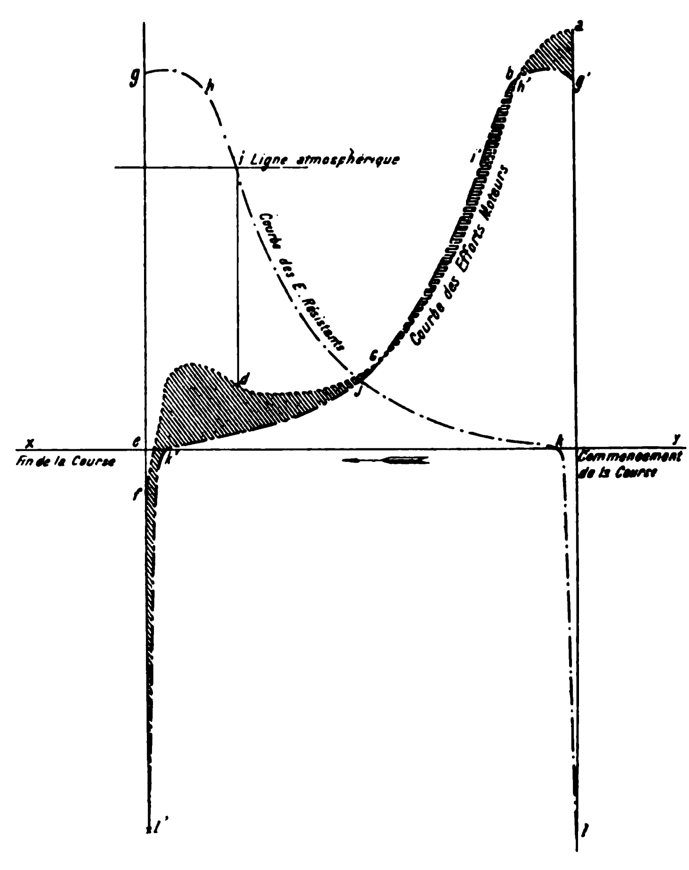


Fig. 8.

absorbant 17 chevaux vapeur pût suffire au service d'une machine principale en développant plus de 18 000.

Reste la consommation de vapeur. Comme nous l'avons dit plus haut, on doit compter, dans ces pompes, sur une consommation de 25 kilogr. par cheval-heure indiqué. Admettons, comme cas extrême, que la machine principale arrive à ne consommer que 6 kilogr. de vapeur par cheval-heure indiqué; si l'on veut se servir de cette base pour calculer en vapeur dépensée la force employée par les pompes à air, on arrive encore à constater que cette force ne dépasse pas $^1/_2$ % de la force totale des machines principales. Il est permis de douter qu'on puisse arriver à un chiffre analogue avec des pompes à air attelées directement.

Ces résultats des plus remarquables ont donné rapidement gain de cause au système de la condensation indépendante. La marine des États-Unis l'emploie d'une façon exclusive; la marine anglaise va l'appliquer prochainement; la marine russe l'a même devancée dans cette voie; enfin, en ce moment, il se construit dans les chantiers allemands deux cuirassés et un transatlantique qui seront munis de ce système.

Mais il est évident qu'un tel système, donnant de bons résultats avec les machines marines, doit en donner d'analogues avec les machines fixes. Et, en négligeant la question d'économie, si l'on ne considère que la simplification des machines principales qui se trouvent réduites à leurs organes essentiels, la marche absolument automatique des condenseurs indépendants, la possibilité de desservir plusieurs machines avec un même condenseur, la marche lente, qui les rend précieux dans le cas de plus en plus fréquent de machines à grande vitesse, on comprend facilement que, dans leur pays d'origine, il ne se construise, pour ainsi dire, plus de machines à condensation directe et que, dans leurs pays d'adoption, ces appareils deviennent d'un emploi de jour en jour plus général.

Tous les renseignements précédents concernent les pompes à air indépendantes appliquées en marine à la condensation par surface. Mais un type de pompe verticale absolument identique est employé aussi avec succès, combiné avec une cloche de condensation, pour le service de condensation par mélange.

Un semblable groupe a été installé à Rouen par la maison Hermann-Glaenzer et Cie, concessionnaire pour la France des pompes du système Blake, de New-York. Ce groupe fonctionne à l'usine motrice de la Société des Tramways électriques de cette ville (1), où il assure le service d'une machine compound « Mac Intosh et Seymour » de la puissance

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 9, p. 129.

de 1 000 chevaux. Pour éviter tous accidents et assurer une marche absolument automatique à ce groupe, sur le tuyau de vapeur d'échappement et avant l'arrivée au condenseur est disposée une vanne automatique d'échappement à l'air libre permettant d'assurer l'évacuation de la vapeur à l'atmosphère, dans le cas où, pour une cause quelconque, arrêt entier ou partiel de l'arrivée d'eau d'injection, rupture d'un organe de la pompe à air, etc., viendrait à détruire brusquement le vide au condenseur.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

UTILISATION DES COMBUSTIBLES

(Suite et fin[1].)

Combustibles tertiaires naturels. — L'industrie dispose d'une foule de combustibles de nature complexe, les uns d'origine végétale, les autres d'origine minérale : ce sont les bois, les lignites, les schistes bitumeux, et toute la série des houilles.

Lorsqu'on fait du feu avec un de ces produits, la combustion peut toujours être considérée comme comprenant deux phases, bien que celles-ci soient plus ou moins simultanées : la première phase, c'est la distillation ou la décomposition du corps en une partie volatile et une partie fixe; la seconde est la combustion de chacune de ces divisions.

Ces deux combustions s'opèrent d'ailleurs toujours isolément (sauf, si l'on veut, dans le cas de combustibles menus comme la sciure de bois, formant pulvérisation dans le foyer) : la partie solide reste sur la grille et entretient la température convenable à la décomposition du combustible frais, en même temps qu'elle ajoute aux gaz distillés une proportion variable de gaz pauvre chargé en oxyde de carbone; la partie gazeuse constituée par le mélange des gaz et des corps volatils forme la flamme et se comporte comme dans les cas précédemment étudiés. Quand le combustible distille facilement, comme le bois, la température est peu élevée à la grille, et la flamme commence à peine sur celle-ci pour se prolonger ensuite au loin. Quand, au contraire, le combustible est difficile à décomposer et pauvre en produits volatils, la chaleur tend à se concentrer dans la masse solide, et l'on n'obtient une flamme un peu plus étendue que par des artifices particuliers, en ménageant l'entrée de l'air.

Le plus simple des combustibles ternaires, à certains points de vue, c'est le ligneux ou cellulose, dont la composition est exactement du carbone et de l'eau : $44{,}44\ C + 6{,}17\ H + 49{,}39\ O$. Mais quand on soumet le bois à l'action de la chaleur, les phénomènes ne se passent pas tout à fait aussi simplement : le résidu solide ou charbon de bois, bien que renfermant toujours des traces d'hydrogène et d'oxygène, ne dépasse pas 20 % du poids primitif; le surplus du carbone se transforme en gaz. En sorte que, dans un foyer, un amas de bois dégage un mélange de vapeur d'eau, d'oxyde de carbone et d'hydrogène protocarboné, avec de faibles quantités de goudron, de créosote, d'acide acétique, d'hydrogène bicarboné et d'acide carbonique; il reste de la braise qui brûle sur la grille en entretenant la chaleur nécessaire pour la distillation.

Malgré cette complexité, le pouvoir calorifique de la cellulose est de 3 622 calories, c'est-à-dire presque exactement celui du carbone, eau déduite : $80{,}80 \times 44{,}44 = 3\,591$.

Par suite de la forte proportion de vapeur d'eau mélangée aux gaz combustibles, la flamme est très longue. Le combustible s'enflamme vers 300 degrés. Quand le bois est parfaitement sec, la température de combustion théorique est :

$$\frac{3\,622}{1{,}63 \times 0{,}22 + 0{,}557 \times 0{,}48 + 3{,}95 \times 0{,}244} = 2\,279 \text{ degrés.}$$

On doit donc, en effet, arriver, avec du bois parfaitement sec, à approcher de 1 700 degrés; mais ce résultat ne s'obtient, en réalité, qu'avec du bois torréfié, qui suffit à fondre la fonte au haut fourneau. Le bois ordinaire, même bien séché à l'air, renferme 20 à 25 % d'eau qui abaisse beaucoup la température de combustion.

Les autres combustibles naturels, c'est-à-dire les combustibles minéraux, cendres déduites, renferment toujours plus de carbone que le bois, mais ils se comportent de la même manière à la combustion, fournissant à la fois un résidu solide et un gaz combustible. Mais ce qu'il y a de très remarquable, c'est que leur pouvoir calorifique se montre *toujours* supérieur à la somme des pouvoirs calorifiques du carbone et de l'hydrogène qu'ils renferment.

La différence paraît surtout prodigieuse pour des houilles anthraciteuses. Grüner cite notamment celle du Creusot qui contient $92{,}36\ \%\ C + 3{,}66\ \%\ H + 3{,}98\ \%\ O$, et dont le pouvoir calorifique est de 9 456 calories.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 18, p. 282; n° 19, p. 301 et n° 20, p. 316.

Si on supposait l'oxygène uni à l'hydrogène pour former de l'eau, il resterait, comme pouvoir calorifique :

$$\left.\begin{array}{r} 92{,}36 \times 8\,080 = 7\,463 \\ 3{,}16 \times 34\,462 = 1\,089 \end{array}\right\} 8\,552$$

Si l'on suppose l'oxygène indépendant, fonctionnant comme une matière étrangère, on a :

$$\left.\begin{array}{r} 92{,}36 \times 8\,080 = 7\,463 \\ 3{,}66 \times 34\,462 = 1\,261 \end{array}\right\} 8\,724$$

Enfin, si l'on envisage la distillation réelle, donnant un résidu de 88,1 % de carbone solide, 3,98 % d'oxygène, 2,95 % d'hydrogène libre et 5,97 % d'hydrogène protocarboné, on a :

$$\left.\begin{array}{r} 88{,}1 \times 8\,080 = 7\,118 \\ 2{,}95 \times 34\,462 = 1\,017 \\ 5{,}97 \times 13\,063 = 780 \end{array}\right\} 8\,915$$

Tous ces chiffres sont inférieurs au pouvoir calorifique réel 9 456; il faut en conclure que, dans ce composé, comme d'ailleurs dans tous les combustibles minéraux, le carbone ne se comporte pas comme du carbone solide pur. Ce phénomène est extrêmement intéressant et rapproche sensiblement toutes les variétés de houille de la catégorie des pétroles.

Le pouvoir calorifique que nous venons de citer est, d'ailleurs, un des plus forts qui aient été observés sur les diverses variétés de houille; au fur et à mesure que l'on s'éloigne du type anthraciteux, le pouvoir calorifique s'abaisse, tout en restant supérieur au pouvoir calorifique calculé sur le carbone et l'hydrogène. C'est de là que Grüner a tiré sa classification pratique des combustibles minéraux, classification qui nous paraît assez remarquable pour la reproduire intégralement :

Combustibles privés d'eau et de cendres.

1° Houilles anthraciteuses, à 90 % environ de carbone, 85 % de résidu mal aggloméré à la calcination. Pouvoir calorifique, 9 500 à 9 200 calories;

2° Houilles grasses à courte flamme, riches en coke, 86 à 90 % de carbone, 74 à 82 % de coke dense. Pouvoir calorifique, 9 600 à 9 300 calories;

3° Houille grasse ordinaire dite maréchale, 80 à 86 % de carbone, 68 à 74 % de coke de bonne qualité. Pouvoir calorifique, 9 300 à 8 800 calories;

4° Houille grasse à longue flamme, houille à gaz, 80 à 85 % de carbone, 60 à 68 % de coke léger. Pouvoir calorifique, 8 800 à 8 500 calories;

5° Houilles sèches à longue flamme, houille pour réverbères, 75 à 85 % de carbone, 55 à 60 % de coke médiocre. Pouvoir calorifique, 8 500 à 8 000 calories;

6° Lignites gras bitumineux. — 8 000 à 7 000 —

7° Lignites secs et bois bitumineux. — 7 000 à 8 000 —

8° Bois ou cellulose secs. — 3 600 calories.

En ajoutant à ce tableau les données rappelées plus haut pour les gaz et les pétroles, nous aurons condensé les renseignements pratiques les plus essentiels nécessaires pour choisir entre les combustibles et déterminer leurs valeurs relatives :

	Densité.	Pouvoir calorifique.
Hydrogène gazeux	0,985	34.462 calories.
Carbone solide amorphe . .	1,60	8.080 —
Oxyde de carbone gazeux . .	0,985	2.403 —
Gaz à l'eau	0,960	1.384 —
Hydrogène proto-carboné . .	0,556	13.063 —
Hydrogène bicarboné. . . .	0,978	11.858 —
Essences de pétrole liquides .	0,60 à 0,80	10.000 à 11.000 —
Kérosène	0,75 à 0,90	9.500 à 10.500 —
Huiles lourdes.	0,85 à 1,00	8.500 à 10.000 —

R.

INFORMATIONS

Préparation du ferro-chrome au four électrique.

Depuis la réalisation pratique du four électrique, de nombreuses recherches ont été faites en vue d'appliquer ce four à la préparation des métaux. Il nous paraît intéressant de signaler les résultats de celles entreprises par M. Heibling et, en particulier, la méthode qu'il préconise pour la préparation du ferro-chrome.

M. Heibling s'est proposé de donner à la fabrication des métaux dans le four électrique, l'allure continue qu'elle a dans les hauts fourneaux et, dans ce but, il a recherché un laitier fusible qui s'emparât de la gangue du minerai et dont la conductibilité électrique permît à l'arc voltaïque de subsister. Ce chimiste avait, en effet, remarqué que les laitiers employés dans la métallurgie sont, généralement, mauvais conducteurs de l'électricité et que leur présence dans le four électrique, même en assez petite quantité, détermine la rupture de l'arc voltaïque et interrompt, par suite, l'opération. Il s'est alors attaché à découvrir un fondant qui fût bon conducteur de l'électricité, et il a reconnu qu'en employant un mélange de chaux et de charbon, on pouvait obtenir un laitier bon conducteur et n'occasionnant pas la rupture de l'arc. De plus, le laitier ainsi obtenu, au lieu d'être une scorie sans valeur, se trouve alors être du carbure de calcium, très impur, il est vrai, mais néanmoins d'une assez grande valeur commerciale.

Sous l'influence de la chaleur de l'arc, une partie du charbon s'empare de l'oxygène du minerai tandis que l'autre partie se combine à la chaux et à différentes matières du minerai en les transformant en carbures, fusibles et conducteurs de l'électricité, qui noient dans leur masse les autres parties de la gangue pendant que le métal mis en liberté se rassemble au fond du four.

Des essais exécutés récemment à Puteaux paraissent avoir confirmé pleinement cette théorie. On a employé, à cet effet, du minerai de ferro-chrome, provenant des usines de Boucau (Basses-Pyrénées), et l'on a reconnu que, sans fondant, on n'obtenait, tout en dépensant une quantité d'énergie électrique considérable, qu'un métal en forme de ruban contorsionné et qui se brisait de lui-même en éclats. En ajoutant des proportions de chaux et de charbon convenables, on obtenait, au contraire, avec la même quantité de minerai un poids de métal plus élevé, tout en dépensant une quantité d'énergie moindre. De plus, le métal obtenu se présentait sous forme d'un lingot compact et les carbures constituant le résidu de l'opération, ont donné près de 250 litres d'acétylène par kilogramme.

Nouveau système de construction des gouvernails pour navires.

Depuis quelques années les gouvernails des grands vapeurs étaient construits en acier coulé, et se composaient d'une armature en acier portant des bras entre lesquels était insérée et rivée une tôle d'acier de 28 à 30 millimètres d'épaisseur. Ces pièces d'acier coulé, que l'on avait de la difficulté à obtenir bien saines, étaient soumises par le Lloyd, registre de classification des navires, à des essais minutieux pour s'assurer de leur bonne exécution. Actuellement, cette armature se fait d'une plus simple façon, en fer battu, au moyen d'une tige de dimension voulue que l'on tourne sur toute la longueur et qui porte une rainure longitudinale dans laquelle s'encastre la tôle. A la hauteur de chaque femmelot on place à la presse une pièce forgée et alésée qui recevra l'aiguillot et sera rivée à la tôle. L'arrêt du gouvernail est formé par l'un des pivots, qui est muni d'une embase et que la forme du gouvernail permet de mettre facilement en place.

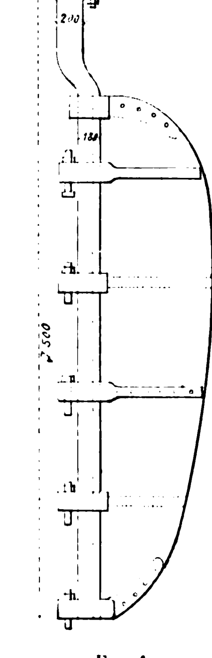


Fig. 1.

La construction des gouvernails, même des plus grandes dimensions, ne présente plus ainsi de difficultés, et leur réparation en est facilitée puisqu'il ne s'agit plus que de pièces simples, forgées et alésées, que les établissements ordinaires peuvent travailler. La sécurité est aussi plus grande dans ce système que dans tout autre, puisqu'il n'y a plus de soudures difficiles à faire, comme dans les gouvernails à cadre, ni crainte de soufflures, comme dans ceux en acier coulé.

Dans le cas où le navire arriverait à perdre son gouvernail et entrerait en avaries dans un port où on ne pourrait en faire la réparation, l'expédition d'un gouvernail neuf démonté serait facile, rapide et peu coûteuse. Un gouvernail semblable à celui représenté sur le croquis ci-contre (fig. 1), a été fourni en dix jours, tandis qu'il aurait fallu cinq semaines pour en obtenir un avec cadre en acier fondu.

H. Béliard,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Concours pour voitures de place automobiles.

L'Automobile-Club de France vient de publier le programme d'un concours de voitures de place, à moteurs mécaniques, qui aura lieu à Paris, en avril 1898. Ce concours portera :

a) Sur le prix de revient de la journée d'un fiacre automobile en service usuel dans Paris, accomplissant un parcours varié de 60 kilomètres au minimum dans une journée de seize heures;

b) Sur le confort et la maniabilité de la voiture ;

c) Sur la fréquence du ravitaillement, l'importance et la facilité des réparations.

Seront admis au concours tous les véhicules munis d'un moteur mécanique ; ils seront classés en diverses catégories, suivant leur forme et leur nombre de places.

Les véhicules qui prendront part au concours devront être munis d'un compteur kilométrique et de deux freins, l'un progressif, l'autre instantané. Ils auront une marche arrière et la position du conducteur sera telle qu'ayant ses leviers sous la main il puisse voir convenablement la route à l'avant de la voiture.

Chaque constructeur ne pourra présenter qu'un seul véhicule du même type et de dimensions similaires.

Pour chaque véhicule engagé il sera payé une entrée de 200 francs jusqu'au 28 février 1898 et une entrée double à partir de cette date. Toute demande d'inscription devra être accompagnée du droit d'entrée qui, en tous cas, restera acquis à la caisse de l'Automobile-Club de France.

Au moins trois jours avant le concours, chaque concurrent fera parvenir à la Commission du concours une note accompagnée : du schéma du véhicule et de son moteur, de la répartition du poids sur les essieux, de la spécification de l'agent d'énergie actionnant le moteur et de la quantité nécessaire pour la marche pendant une journée.

Les concurrents feront parvenir en temps utile, dans les locaux désignés par la Commission, les approvisionnements nécessaires pour effectuer la totalité des épreuves du concours. Les quantités d'huile, d'eau, de combustible ou d'énergie consommées seront soigneusement contrôlées.

L'épreuve commencera le 4 avril 1898 et durera 15 jours consécutifs. Elle s'accomplira sur 15 itinéraires différents et les feuilles de service seront établies suivant celles des fiacres attelés, de façon à se rapprocher le plus possible de la pratique journalière. La vitesse, dans Paris, ne devra pas dépasser 20 kilomètres à l'heure et, sur certaines rampes, cette vitesse sera chronométrée. Un commissaire, choisi parmi les membres de l'Automobile-Club de France, accompagnera chacune des voitures pendant les expériences. Le remisage devra avoir lieu dans des locaux spéciaux, où des agents du contrôle surveilleront les réparations et en indiqueront l'importance sur un registre.

La recharge des accumulateurs des voitures électriques se fera sous la surveillance des agents du contrôle et un compteur spécial devra indiquer la quantité d'électricité absorbée et la durée de la recharge. Dans l'estimation du prix de revient, le kilowatt sera compté à raison de 0 fr. 30.

Un jury de douze membres dressera un rapport indiquant le prix de revient journalier de la traction de chaque voiture et la régularité du service. Il donnera également son appréciation sur l'élégance d'aspect, le bruit du véhicule et la commodité des voyageurs.

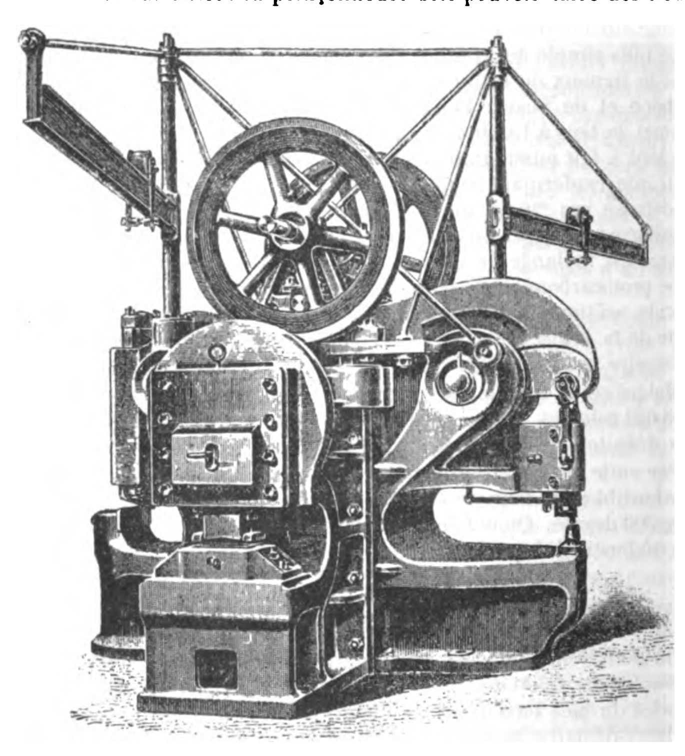
Il sera accordé des médailles et des diplômes aux véhicules qui seront reconnus aptes au service des voitures de place. Si des prix sont offerts, leur attribution sera faite par le jury.

Cisaille, poinçonneuse et mortaiseuse.

Les machines-outils servant à travailler les tôles épaisses, telles que les plaques de blindage, prennent généralement beaucoup de place dans un atelier.

La machine, représentée par la figure ci-jointe, a été étudiée spécialement en vue de réduire l'espace occupé et de diminuer la manutention des tôles.

On a groupé autour d'un même bâti une cisaille à came et à levier, une poinçonneuse et une mortaiseuse. L'ensemble ne pèse pas moins de 29,25 tonnes. Cette machine peut travailler des tôles jusqu'à 38 millimètres d'épaisseur. Les conditions spéciales imposées à chaque unité sont les suivantes : la poinçonneuse doit pouvoir faire des trous de 38 millimètres de diamètre dans une tôle de 38 millimètres d'épaisseur; la cisaille doit pouvoir couper une tôle de 38 millimètres sur une longueur quelconque; enfin la mortaiseuse doit pouvoir découper un rectangle de 203 millimètres sur 153 millimètres dans une tôle de 25 millimètres d'épaisseur.


Fig. 1. — Cisaille, poinçonneuse et mortaiseuse.

Les bâtis de la cisaille et de la poinçonneuse sont venus de fonte d'une seule pièce, et le bâti de la mortaiseuse est rapporté au moyen de boulons ; en plan, l'ensemble a donc la forme d'un T. Deux grues fixées à la machine facilitent la manutention des tôles. La force motrice nécessaire au fonctionnement de ce groupe est fournie par une machine à vapeur verticale à grande vitesse montée sur le même bâti. Sur la figure, on ne voit de la machine à vapeur que les deux volants qui lui servent de régulateurs.



SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 15 mars 1897.

Électricité. — *De l'action de l'effluve électrique sur les gaz.* Note de M. Émile Villari, présentée par M. Mascart.

Chimie. — *Nouvel appareil pour l'application de l'analyse spectrale à la reconnaissance des gaz*, par M. Berthelot.

L'application de la spectroscopie à la reconnaissance des gaz, au moyen de tubes à gaz raréfiés, dits *tubes de Plücker*, offre quelques difficultés, car la construction de ces tubes exige des manipulations longues et compliquées qui ne répondent pas aux conditions expéditives d'une analyse courante.

M. Berthelot a imaginé un appareil fort simple qui permet d'opérer sur une cuve à mercure ordinaire de petites dimensions, et avec quelques centimètres de gaz maintenus à la pression atmosphérique.

Chimie minérale. — *Action des hautes températures sur le peroxyde d'antimoine.* Note de M. H. Baubigny, présentée par M. Troost.

Chimie organique. — *Sur l'absorption électrique de l'azote par les composés carbonés*, par M. Berthelot.

M. Berthelot a exécuté une série d'expériences pour définir plus complètement l'absorption de l'azote, sous l'influence de l'effluve, par les composés carbonés, tels que la benzine et le sulfure de carbone. Ces expériences ont été faites, en général, avec l'azote préparé au moyen du nitrite d'ammoniaque.

Chimie industrielle. — 1° *De la fixation de l'iode par les amidons de blé et de riz.* Note de M. G. Rouvier.

2° *De la solubilité de la matière colorante rouge du raisin et de la stérilisation des moûts de fruits.* Note de M. A. Rosenstiehl, présentée par M. Duclaux.

On sait que la matière colorante rouge du raisin est contenue dans la pellicule du fruit, et que le jus lui-même est incolore; mais on retrouve plus tard la matière colorante dans le liquide fermenté, et l'on admet qu'elle est entrée en dissolution à la faveur de l'alcool formé pendant la fermentation.

Les expériences de M. Rosenstiehl contredisent cette interprétation, et montrent que la matière colorante rouge contenue dans la pellicule du raisin est soluble dans le jus du fruit sans l'intervention de l'alcool.

Il en est, d'ailleurs, de même pour les autres fruits à enveloppe rouge et à jus incolore : tels sont les fraises, les cerises rouges, les prunes et même les pêches et les abricots, qui ne possèdent de coloration que sur la portion du fruit exposée au soleil.

Ces matières colorantes sont très fragiles : la chaleur les altère; les métaux les décolorent; mais c'est surtout l'air atmosphérique qui est l'agent de décoloration le plus puissant; sous son influence, la matière colorante devient insoluble, même en présence d'alcool. L'exclusion de l'air est donc indispensable pour sa conservation.

Quand on la réalise, elle produit encore un autre effet remarquable : les moûts préservés du contact de l'air gardent le goût agréable de raisin frais, et ne subissent pas cette altération connue sous le nom de *goût de cuit*, si on les chauffe longtemps et souvent de 45° à 50°, ce qui entraine leur stérilisation.

Ces faits permettent d'aborder avec de nouvelles données l'étude de la vinification, et celle de la fabrication des cidres.

Économie rurale. — *Sur des vignes japonaises et chinoises acclimatées à Damigny (Orne), et sur la composition des vins qu'elles produisent.* Note de M. L. Lindet, présentée par M. Aimé Girard.

Le département de l'Orne est situé au delà de la limite extrême de notre territoire viticole, et cependant M. Caplet a réussi à acclimater à Damigny, près d'Alençon, quelques variétés de vignes provenant des régions froides, humides et montagneuses de la Chine et du Japon.

Ces vignes sont d'une végétation vigoureuse; les sarments en sont allongés; les grappes, longues de 20 à 30 centimètres, sont formées de grains arrondis et espacés, recouverts d'une peau fine, mais ferme et luisante. Un des caractères les plus intéressants de certaines de ces vignes est leur précocité; une vigne japonaise donne, du 15 au 20 septembre, des raisins mûrs à Damigny.

D'après l'analyse des vins fournis par ces vignes, on peut constater que la quantité d'alcool équivaut à celle de nos vins faibles. La couleur de ces vins est très franche; ils se dépouillent peu par le vieillissement. Ils peuvent présenter de grands avantages pour le commerce et la préparation des vins de coupage, dits *de composition*, où ils semblent appelés à remplacer les vins teinturiers de l'Espagne et du Centre.

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Dessication et carburation du gaz d'éclairage au moyen du carbure de calcium. — On sait que l'obstruction des conduites de gaz, en hiver, est en partie due à une condensation de la vapeur d'eau provenant des gazomètres et entrainée progressivement dans toute la canalisation. Diverses méthodes ont été employées pour remédier à cet inconvénient et la plus employée consiste à dessécher le gaz à sa sortie du gazomètre.

Le *Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung* (XXXIX, n° 2) décrit un nouveau procédé imaginé par M. Th. L. Wilson, de New-York, et qui consiste dans l'emploi du carbure de calcium. L'action de ce corps sur le gaz d'éclairage a non seulement pour effet de décomposer l'eau qu'il renferme, mais encore de donner naissance à une quantité correspondante d'acétylène qui contribue à augmenter son pouvoir éclairant. Avant de pénétrer dans la canalisation générale, le gaz d'éclairage traverse des appareils remplis de carbure de calcium en fragments de la grosseur d'une noix. Ce procédé n'a pas encore reçu la sanction de la pratique mais il mérite d'être sérieusement essayé.

Éclairage des trains à l'acétylene. — La *Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen*, dans son numéro du 6 mars dernier, donne un aperçu des expériences effectuées par la maison Pintsch pour éclairer les voitures de chemin de fer à l'acétylène. L'acétylène pur semble présenter trop de dangers d'explosion pour pouvoir être employé dans les voitures, mais il n'en serait, parait-il, plus de même pour les mélanges. Un mélange de 30 °/ₒ d'acétylène et de 70 °/ₒ de gaz d'huile ne présente aucun danger et déjà à 20 °/ₒ d'acétylène, le pouvoir éclairant de la flamme du gaz a triplé. En comptant l'acétylene à 2 fr. 50 le mètre cube, sous la pression ordinaire des réservoirs de voitures, et le gaz d'huile 0 fr. 50 le mètre cube, la bougie-heure revient à 0^cᵗ 246 avec le gaz d'huile pur et 0^cᵗ 15 avec un mélange de 20 °/ₒ d'acétylène. L'emploi de l'acétylène, dans ces conditions, a, de plus, l'avantage de ne rien changer au matériel actuel, attendu que les mêmes réservoirs et les mêmes becs peuvent servir.

GÉOLOGIE

Histoire des chaines de montagnes. — Le problème de la formation des chaines de montagnes a, de tous temps, preoccupé les géologues et l'on connait les remarquables travaux d'Élie de Beaumont à ce sujet. Toutefois, ce savant n'a pas tenu compte de ce que les différents points de la surface terrestre ne sont pas dans les mêmes conditions dynamiques; or, tandis que les points équatoriaux sont soumis à une force centrifuge intense, les points polaires ne présentent rien de comparable. Dans un article publié dans la *Revue Scientifique* du 27 février, M. Stanislas Meunier introduit cette remarque dans l'étude des chaines de montagnes et arrive ainsi à expliquer l'un des faits les plus considérables de la constitution physique de l'Europe. L'auteur a d'ailleurs entrepris une série d'expériences de laboratoire qui ont confirmé sa théorie à la manière dont la célèbre expérience de Planteau vérifie l'hypothèse de la déformation du globe terrestre par suite de sa rotation.

MÉCANIQUE

Résistance du granit. — D'intéressantes expériences, dont la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* du 27 février 1897 donne tous les détails, ont été faites récemment par M. Bach pour déterminer la résistance du granit.

Les résultats moyens peuvent se résumer en quelques chiffres :

Résistance à la compression .	1 006	kilogr.	par centimètre carré.
— à la flexion. . . .	83,8	—	—
— au cisaillement (torsion).	77.6	—	—
— à la traction . . .	45,4	—	—

D'autre part, le même expérimentateur a trouvé pour la fonte les chiffres suivants :

Résistance à la compression .	7 510	kilogr.	par centimètre carré.
— à la flexion. . . .	2 765	—	—
— au cisaillement (torsion).	1 680	—	—
— à la traction . . .	1 560	—	—

Cette similitude dans l'ordre de décroissance des résistances indiquerait qu'il existe une analogie entre la structure de la fonte et celle du granit.

Ascenseur incliné du pont de Brooklyn. — Le *Scientific American*, du 16 janvier 1897, décrit un nouveau système d'ascenseur qui va être prochainement placé sur le pont de Brooklyn. Cet ascenseur se compose en principe d'un plancher sans fin, incliné à 25° franchissant une hauteur verticale de 2ᵐ 30 et animé d'une vitesse linéaire de 25 mètres par minute; il est constitué au moyen de lames de fonte de 10 centimètres de largeur sur 50 centimètres de longueur et dont la partie supérieure est munie de minces nervures transversales de 25 millimètres de profondeur et qui s'étendent sur toute la largeur du plancher, présentant ainsi une surface avantageuse pour la marche.

Ces lames, assemblées à leurs extrémités, reposent sur de petits galets placés à leur partie inférieure supportant le poids des voyageurs et maintenant le niveau du plancher. Aux deux extrémités sont placés des tambours sur lesquels s'enroule le plan mobile; l'un d'eux est actionné par un moteur électrique de 4 chevaux placé sous l'appareil. Avec ce système un plancher mobile mesurant 50 centimètres de largeur serait susceptible d'élever 3 000 personnes à l'heure et, avec une largeur de 3ᵐ 50, il suffirait à élever les 15 000 personnes qui traversent le pont aux heures où la circulation est la plus active.

Emploi du fer pour les boites à feu des locomotives. — D'après le *Stahl und Eisen* du 1ᵉʳ mars 1897, la plupart des locomotives américaines seraient munies de boites à feu en fer. On avait, parait-il, essayé des tôles en acier au creuset, mais ce métal présentait une trop grande dureté et donnait lieu à des fissures. Le métal actuellement employé serait du fer de lingot ayant une résistance à la traction de 38ᵏᵍ 6 à 47ᵏᵍ 8 par millimètre carré, avec un allongement d'environ 24 °/ₒ sur 200 millimètres.

Pour avoir un bon résultat avec ces boites à feu en fer, il faut que les tôles soient minces. S'il n'en était pas ainsi, les tensions moléculaires provenant de la différence de température des deux faces des tôles occasionneraient des crevasses. Ainsi, les locomotives de la Compagnie de Pennsylvanie ont des boites à feu constituées par des tôles de 6ᵐᵐ 35 pour les pressions jusqu'à 9,8 atmosphères, et de 7ᵐᵐ 94 de 9,8 à 14 atmosphères. Des tôles de 9ᵐᵐ 5, employées dans les mêmes locomotives, ont donné, parait-il, des résultats bien inférieurs.

MÉTALLURGIE

Observation microscopique des détériorations du fer et de l'acier dues à la fatigue. — Dans son numéro du 26 février 1897, l'*Engineering* mentionne une étude faite par M. Th. Andrews sur les détériorations résultant de la fatigue dans le fer et l'acier, et auxquelles sont dues principalement les fractures accidentelles des rails, essieux, arbres d'hélice, etc. L'auteur, au lieu de chercher à établir tout d'abord une théorie, s'appuie avant tout sur les résultats d'observations microscopiques du métal dans les différents états où il se trouve, soit par suite de dilatations et contractions nombreuses, soit par suite de variations répétées de température, etc...

L'*Engineering* donne à ce propos une bibliographie assez étendue de ce qui a été publié, soit dans les journaux techniques, soit par les sociétés savantes anglaises et américaines, sur cette intéressante question.

Traitement des sulfites. — L'*Oesterreichische Zeitschrift fur Berg und Hüttenwesen* du 27 février 1897, donne la description d'un procédé, dit procédé Dervey-Walter, employé depuis près de trois ans à Park City (États-Unis) pour le traitement des sulfites obtenus par le procédé Russel. Ce procédé comprend 6 opérations principales :

1° Macération des sulfites avec de l'acide sulfurique concentré dans une chaudière en fonte;



2° Dissolution des sulfates d'argent et de cuivre dans des bacs doublés de plomb. La partie insoluble contient du plomb, de l'or et un peu d'argent;

3° Précipitation de l'argent par des plaques de cuivre;

4° Lavage, séchage, compression et fusion du précipité d'argent;

5° Extraction du sulfate de cuivre de la solution par cristallisation et évaporation;

6° Traitement des résidus aurifères.

Pendant l'année 1894, on a traité par ce procédé 52,783 tonnes de sulfites dont la composition moyenne était de 33,71 °/ₒₒ d'argent, 0,0385 °/ₒ d'or, 27,1 °/ₒₒ de cuivre et 0,33 °/ₒ de plomb.

MINES

Séparation des charbons pulvérulents. — On sait combien la présence de charbons pulvérulents rend difficile le lavage des houilles; avec des eaux noires, chargées de poussier, le classement des menus ne se fait plus bien, le coefficient de perte au lavage augmente et, de plus, les menus lavés, chargés de poussier, retiennent une telle quantité d'eau qu'on est obligé de les sécher dans des fours spéciaux avant de les transformer en agglomérés. Tous les directeurs de lavoirs cherchent donc à éliminer les pulvérulents avant lavage; ils y parviennent, en général, tant bien que mal, à l'aide de tamis en toile métallique, dont ils règlent l'inclinaison. En Allemagne, on a cherché la solution du problème dans une autre voie : on a soufflé préalablement les charbons menus à laver, de manière à entraîner les pulvérulents par un courant d'air. La Compagnie d'Anzin a également réalisé des appareils fondés sur le même principe, et M. Parent, Ingénieur des fabrications de cette Compagnie, décrit, dans les *Annales des Mines*, de janvier 1897, les appareils employés dans deux de ses usines, ainsi que deux autres appareils employés en Allemagne.

M. Parent n'a demandé à l'action du vent que l'élimination à sec des pulvérulents, et il pense que, réduite à ce but précis, cette action peut rendre de réels services dans nombre d'industries et donner, ainsi que cela a lieu à Anzin, des résultats très avantageux.

Conditions économiques des mines d'or du Witwatersrand. — Dans un mémoire présenté à l'*Institution of Mining and Metallurgy* de Londres, M. Ed. Rathbone passe en revue les conditions économiques des diverses exploitations aurifères de la République sud-africaine. Celles-ci sont divisées officiellement en cinq principaux districts. Parmi ceux-ci, trois, connus sous les noms de Witwatersrand, Schonopruit et Heildelberg, peuvent être considérés, pratiquement, comme constituant un seul district, leurs conditions de travail étant les mêmes ainsi que leurs conditions géologiques. Les deux autres districts, de Kaap et Lydenburg, sont essentiellement différents l'un de l'autre.

M. Rathbone étudie, d'après les documents statistiques les plus précis, la production de l'or dans le Witwatersrand ainsi que les dépenses de toutes sortes nécessitées par l'extraction, telles que : main-d'œuvre européenne ou cafre, charbon, explosifs, outillages, produits chimiques employés, etc., et il indique les moyens qui lui semblent les plus propres à diminuer, dans l'avenir, le chiffre de ces dépenses.

DIVERS

Vers le pôle. L'exploration Nansen. — L'*Illustration* publie en ce moment une relation très complète du voyage que l'explorateur Nansen avait entrepris, comme on sait, dans le but d'atteindre le pôle Nord. Dans son numéro du 6 mars, elle donne l'historique des préliminaires de l'expédition et, dans ceux des 13 et 20 mars, elle fait le récit de l'hivernage du *Fram*, emprisonné par les glaces. Dans les numéros qui suivront, elle achèvera ce récit et relatera le voyage entrepris par Nansen, à pied et avec un seul compagnon, sur la banquise.

La relation publiée par l'*Illustration* est faite directement d'après les mémoires de M. Nansen et certains passages ne sont même que la simple traduction de son carnet de voyage. C'est dire tout l'intérêt que présente ce récit, qui est d'ailleurs complété par plusieurs cartes et de nombreuses photographies rapportées par M. Nansen. Nous ne pouvons, ici, que rappeler en quelques mots le but de cette expédition qui vient d'apporter à la science un nouveau et précieux concours.

On se souvient que trois ans après la perte de la *Jeannette*, navire qui portait une des dernières expéditions au pôle Nord et qui fut broyé par les glaces au nord des Iles de la Nouvelle-Sibérie, des Esquimaux trouvèrent, sur la côte du Groenland, des épaves provenant de ce navire. Le professeur Mohn, de Christiania, écrivit aussitôt, dans un journal norvégien, un article dans lequel il émit l'hypothèse que ces épaves avaient dû trouver l'océan arctique de Sibérie dans la direction du nord-ouest, puis passer entre le Spitzberg et le pôle pour redescendre ensuite le long de la côte orientale du Groenland. M. Nansen s'enthousiasma pour cette idée et, après l'avoir creusée pendant six ans, il fit, au commencement de 1890, une communication à la Société de géographie de Christiania, dans laquelle il émit franchement l'avis que la meilleure route pour atteindre, sinon le pôle Nord, du moins son voisinage immédiat, était celle suivie par les débris de la *Jeannette*.

D'après le hardi explorateur, la banquise arctique n'est pas une calotte immobile, mais elle dérive lentement de l'océan arctique sibérien à la mer du Groenland sous la double influence d'un courant sous-marin et des vents. Pour suivre cette route, il suffirait d'avoir un navire assez solide pour résister aux pressions des banquises et capable d'emporter des provisions en assez grande quantité pour pouvoir subsister pendant le temps que durerait son voyage dans la banquise. Nansen ayant pu faire partager son idée à ses compatriotes et réaliser les fonds nécessaires à son expédition, fit construire le navire spécial qui lui était nécessaire et auquel il donna le nom de *Fram* (en avant), et le 23 juillet 1893 il s'embarqua, près du cap Nord, pour un voyage qui ne devait prendre fin que le 26 août 1896. Le résultat de ce voyage n'a pas été entièrement celui qu'avait espéré Nansen; néanmoins, la théorie du savant norvégien a été confirmée et, porté par les glaces qui l'emprisonnaient, le *Fram* s'est bien dirigé de l'est à l'ouest, en passant seulement à un peu moins de 4° du pôle Nord.

Bâtiment à 19 étages. — Les bâtiments extrêmement élevés, qui sont fort en vogue aux États-Unis, nécessitent (dans certaines parties de leur construction tout au moins) des dispositions spéciales.

Parmi ces constructions, le « Gillender Building », élevé de 19 étages (non compris une coupole ayant elle-même 2 étages), offre des particularités remarquables, notamment dans ses fondations à l'air comprimé, construites sur caissons en bois et dans l'ossature entièrement métallique qui rend le bâtiment incombustible.

Le numéro du 16 janvier dernier de l'*Engineering Record* contient des renseignements détaillés sur cet édifice.

Ouvrages récemment parus.

Fermes de combles, charpentes en bois, types usuels, par P. Planat, directeur de la *Construction moderne*. — Deux albums comprenant ensemble 70 pages de texte et 154 planches hors texte. — Aulanier et Cie, éditeurs, Paris, 1897. — Prix : 50 francs.

Les constructeurs possèdent depuis longtemps, pour les fermes métalliques, des ouvrages contenant les méthodes de calculs et les procédés graphiques qui permettent de déterminer, pour chaque type usuel de ferme, les efforts exercés sur chaque pièce et par suite les dimensions qu'il est nécessaire de lui donner.

Malheureusement ces méthodes et procédés ne peuvent s'appliquer directement et sans modification aux charpentes en bois, sauf dans quelques types très simples ou très particuliers. En effet, l'inégalité de répartition des efforts à l'intérieur de chaque pièce par suite de la nature des assemblages, la nécessité de faire intervenir les efforts tranchants qui accompagnent la flexion et l'obligation où l'on se trouve de tenir compte des déformations produites, lesquelles régissent la détermination des poussées des différentes pièces, font que le calcul des fermes de charpentes en bois est, en réalité, beaucoup plus compliqué que celui des fermes métalliques.

M. Planat s'est donc proposé non seulement d'établir les méthodes de calcul applicables aux fermes en charpente en bois, mais aussi d'en faire l'application aux types usuels en effectuant à l'avance tous les calculs nécessaires pour la détermination des différentes pièces composant chaque type étudié.

Le texte comprend, à titre justificatif, les principes sur lesquels sont basés les calculs; les tableaux graphiques qui ont été nécessaires pour leur application, les observations générales sur la construction en charpente, les dispositions à employer, les précautions indispensables; la série des divers assemblages auxquels a recours le charpentier, celle des ferrures nécessaires pour consolider les assemblages; et, de plus, des tableaux indiquant la charge que peut porter une poutre de section donnée, en raison de sa portée.

L'étude de chaque type comporte, en général, sept planches : la première est consacrée aux dispositions, assemblages, variantes; chacune des six suivantes indique les modifications qu'exige l'emploi de la couverture en zinc, ardoises, tuiles mécaniques, tuiles plates, tuiles creuses et tuiles maçonnées, chaque système de couverture nécessitant des inclinaisons et des charges différentes, qui entraînent des dimensions différentes.

Sur chaque planche sont tracées les épures nécessaires pour la détermination des efforts et, par suite, des dimensions de chaque pièce; à la suite, des tableaux donnant des dimensions toutes calculées en faisant varier la portée et l'écartement des fermes, de mètre en mètre.

Cet ouvrage pourra rendre de grands services aux praticiens, en leur permettant de déterminer, sans perte de temps et sans crainte d'erreur, les dimensions de toutes les pièces de la plupart des fermes en bois qu'ils peuvent avoir à étudier.

Aide-mémoire de poche de l'Architecte et de l'Ingénieur-constructeur, par Ch. Sée, architecte, Ingénieur des Arts et Manufactures. — 1 vol. in-16 de 224 pages avec 79 figures. — Bernard Tignol, éditeur, Paris, 1897. — Prix : cartonné, 4 fr. 50.

Dans ce petit volume, l'auteur a cherché à présenter aux architectes et aux constructeurs un ensemble de méthodes pratiques et simples, en vue d'effectuer dans le minimum de temps les calculs usuels. A cet effet il a choisi, pour chacun des cas, les formules qui lui ont semblé les plus convenables, mais en simplifiant celles dont l'application pouvait paraître difficile. Il a également indiqué, avec tous les détails nécessaires, les procédés graphiques qui sont, dans bien des circonstances, d'un emploi plus rapide que les formules. On pourra ainsi, dans chaque cas, employer l'une ou l'autre des deux méthodes, et en les employant simultanément, il sera possible de contrôler les résultats obtenus.

Cet ouvrage renferme, en outre, des renseignements variés se rapportant à l'établissement des projets de constructions civiles (calculs de stabilité relatifs aux murs, charpentes, planchers, etc.; chauffage, éclairage, ventilation, canalisations, etc.). Il se termine par des tables numériques dont l'usage permettra souvent d'éviter les opérations du calcul.

Manuel du Mécanicien de Chemin de fer, par Pierre Guédon, chef de dépôt principal de la traction mécanique à la Compagnie générale des Omnibus de Paris. — Un volume in-8° de 334 pages, avec 131 figures dans le texte. — J. Fritsch, éditeur, Paris, 1897. — Prix : cartonné, 5 francs.

Dans la composition de ce traité, l'auteur est parti de ce principe que le mécanicien de chemin de fer et le chauffeur connaissent pratiquement leur métier; il a seulement cherché à leur expliquer les raisons qui les font ou doivent les faire agir plutôt dans un sens que dans un autre, en ce qui concerne la conduite du feu et de la marche; il s'est également appliqué à satisfaire leur curiosité sur divers points, tels que les essais faits dans les différentes Compagnies soit sur les chaudières, pour augmenter leur puissance de vaporisation, soit sur le mécanisme de distribution pour mieux utiliser le travail de la vapeur dans les cylindres, soit enfin sur le châssis, dans le but de rendre la machine plus stable et sa circulation en courbe plus douce. Il s'est surtout appesanti sur les distributions nouvelles, en indiquant les précautions particulières à prendre dans la conduite des machines qui en sont munies.

Le Génie Civil *publie une analyse de tous les ouvrages techniques dont on lui fait parvenir deux exemplaires.*

Le Gérant : **H. Avoiron.**

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 22. N° 773. Samedi 3 Avril 1897.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Pont en béton à rotules découvertes, sur le Danube, près d'Inzigkofen *(planche XXII)*, p. 337. — **Électricité** : Transmission de la puissance motrice à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer *(suite)*, p. 339; G. Dumont et G. Baignères. — **Expositions** : L'industrie hongroise à l'Exposition du Millénaire à Budapest (1896) *(suite)*, p. 341 ; Ch. Rosambert. — **Chimie industrielle** : Recherches sur la vinification et sur la réfrigération des moûts, p. 343; A. Muntz et E. Rousseaux. — Le pétrole. Gisements, essais des huiles, épuration, principales applications industrielles, p. 345; Gérard Lavergne. — **Hygiène** : Analyse de la glace destinée à l'alimentation, p. 348; Julien Lefèvre. — **Informations** : Coussinet à billes pour wagons, p. 349. — Chaudières pompéiennes, p. 350. — Production des fers, fontes et aciers en France pendant les années 1895 et 1896, p. 350. — Société française des Habitations à bon marché, p. 350.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils, séance du 19 mars 1897, p. 351. — Académie des Sciences, séance du 22 mars 1897, p. 351.

Bibliographie. — Revue des principales publications techniques, p. 351. — Ouvrages récemment parus, p. 352.

Planche XXII : Pont en béton à rotules découvertes, sur le Danube, près d'Inzigkofen.

TRAVAUX PUBLICS

PONT EN BÉTON A ROTULES DÉCOUVERTES
sur le Danube, près d'Inzigkofen

(Planche XXII.)

L'emploi du béton pour la construction des ponts semble se répandre de plus en plus. Le *Génie Civil* (1) a déjà mentionné les ponts en béton de Munderkingen, de Jamna, de Jaremcze, etc. Nous donnerons, aujourd'hui, quelques renseignements sur le pont qui vient d'être construit à Inzigkofen (principauté de Hohenzollern), et dont une description détaillée a dernièrement paru dans la *Zeitschrift für Bauwesen* : il a été établi en 1895 pour remplacer un ancien pont de bois posé sur pilotis qui avait été enlevé par une crue, en 1893.

L'emplacement de ce nouvel ouvrage a été choisi à 30 mètres en aval de l'ancien pont, de façon à profiter, pour l'établissement de l'une de ses culées, de la présence d'une masse rocheuse assez considérable qui se trouve en cet endroit, sur la rive droite du fleuve. Le pont a 43 mètres d'ouverture et affecte la forme d'un arc à trois articulations; sa flèche mesure 4m 38 au-dessus de la ligne des rotules. La section libre de l'arc est de 158 mètres carrés. La plus grande crue connue, celle de 1882, avait un débit de 385 mètres cubes à la seconde pour une pente de 0m 00212.

Les fondations en béton reposent, d'un côté, directement sur le rocher dont nous venons de parler, de l'autre sur une couche de gravier uniformément résistant de 6 mètres d'épaisseur. Ce sont des considérations d'ordre purement économique qui ont fait adopter le béton pour la construction de cet ouvrage.

Le pont est à une seule voie ; sa largeur entre parapets est de 3m 80, dont 2m 50 sont occupés par la chaussée et 0m 65 de chaque côté par les trottoirs. Les dalles des trottoirs font saillie de 0m 275 sur les têtes de la voûte. La largeur de la voûte croît de 3m 6 à la clef, à 4m 6 aux naissances (fig. 2, 3 et 4, pl. XXII). On a pu obtenir ainsi une résistance plus grande à la force du vent et des crues, ainsi qu'aux chocs des glaçons, ce qui était indispensable étant donné le rapport défavorable existant entre la longueur du pont et sa largeur.

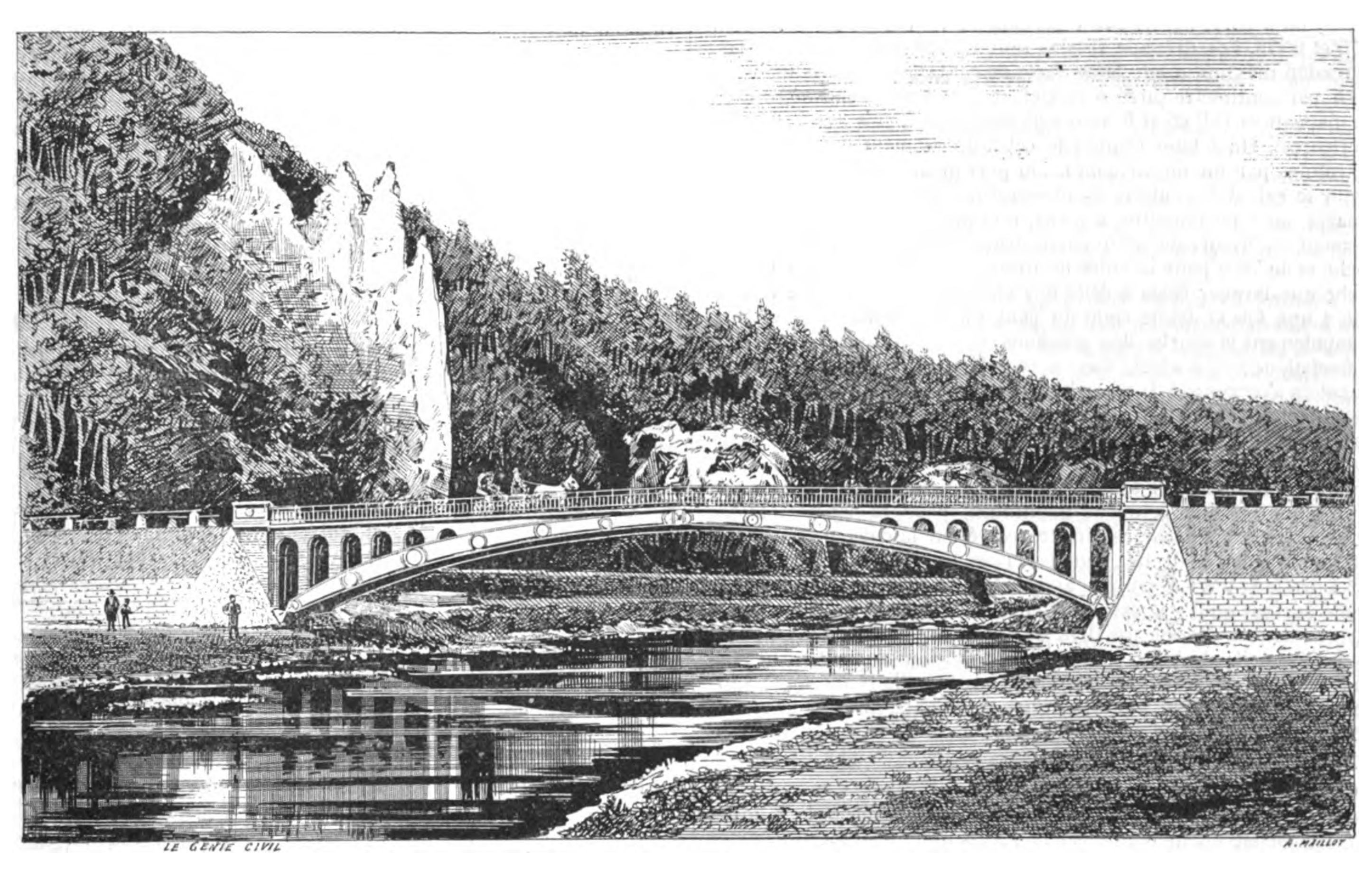


Fig. 1. — Pont en béton, sur le Danube, a Insigkofen (Hohenzollern) : Vue en élévation.

L'application des rotules découvertes en fonte est, pour cet ouvrage, d'une importance capitale (fig. 8 et 9, pl. XXII). Cette disposition est, en effet, la plus économique que l'on puisse adopter en pareil cas, puisqu'elle permet de ne donner à la voûte que les dimensions strictement nécessaires; elle permet également de supprimer en grande

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVI, n° 7, p. 104, et t. XXVII, n° 20, p. 309.

partie les dangers pouvant résulter de l'affaissement de la voûte au moment du décintrage et des oscillations dues aux variations de température et de charge.

Afin d'alléger les fondations, on a évidé les tympans et fait supporter le tablier du pont par 36 piliers reposant sur l'extrados de la voûte et reliés entre eux, dans le sens longitudinal, par de petits arcs (fig. 2 et 3, pl. XXII). Des rouleaux de dilatation disposés sur les piédroits permettent à la chaussée de suivre tous les mouvements de la voûte (fig. 1, pl. XXII). La chaussée proprement dite est soutenue par des fers zorès disposés exactement au-dessus du niveau des rotules du sommet. Le parapet en fer forgé vient s'appuyer, à la clef, contre un poteau en fonte qui lui permet de suivre les variations de température.

Calcul du pont. — Pour le calcul de cet ouvrage on a déterminé, comme pour les arcs métalliques à trois rotules, les positions de la charge produisant les plus grands efforts dans les différentes sections considérées, et on les a fait intervenir dans le calcul des pressions maxima. On sait que les courbes des centres de pression correspondant aux charges les plus défavorables doivent tomber en entier dans le tiers moyen des diverses sections. Dans le cas d'une charge unique les points d'intersection de la réaction aux appuis avec la verticale de cette charge donnent, par conséquent, deux points de séparation des charges. Dans les arcs surbaissés, ces deux points sont tellement rapprochés que l'on ne commet pas une bien grande erreur en les remplaçant par leur moyenne. La charge unique d'épreuve adoptée pour ces ponts (rouleau à vapeur de 15 000 kilogr.) produit dans une section le moment maximum positif, lorsqu'elle est placée au-dessus de cette section et le moment maximum négatif, lorsqu'elle est tout près et à droite de la clef.

On a adopté $1^{m}1$ pour l'épaisseur de la voûte au joint de rupture. Dans le cas des charges limites, l'effort de compression maximum atteint en cet endroit $36^{kg}5$ par centimètre carré et l'effort de traction 1 kilogr. par centimètre carré. L'extrados et l'intrados de la voûte ont été tracés de façon à ne dépasser ces deux valeurs dans aucune des sections.

Par suite des tensions que les frottements déterminent dans les rotules, on a porté l'épaisseur théorique de la voûte en ces points à $0^{m}70$ et $0^{m}78$. Les diverses rotules sont espacées de 8 centimètres; la pression maximum sur leurs faces de contact avec la voûte atteint $42^{kg}5$ par centimètre carré à la clef et $31^{kg}1$ par centimètre carré aux naissances ($41^{kg}5$ si le vent agit en même temps sur les rotules extérieures). On a tenu compte de cet accroissement dans les efforts aux rotules par un mélange de béton plus gras.

Pour le calcul des culées, en présence des résultats fournis par les sondages, on a pu admettre, *a priori*, une pression maximum, sur le parement extérieur, de $3^{kg}6$ par centimètre carré pour la culée de gauche et de $7^{kg}5$ pour la culée de droite. On a donné à la culée de gauche une largeur égale à deux fois et à celle de droite une largeur égale à une fois et demie celle du pont à la clef, dans le but d'abaisser rapidement la courbe des pressions et de diminuer la longueur des fondations ; on a admis dans le calcul que la masse tout entière des culées s'opposait à la poussée de la voûte. La stabilité des culées sous la poussée oblique des terres a été étudiée dans l'hypothèse de la charge la plus défavorable; enfin, en prévision des crues, on a supposé, dans les calculs, qu'elles pouvaient produire l'entraînement complet des remblais en terre protégeant les culées. La pression sur les fondations atteint sa valeur maximum, pour la poussée oblique des terres, avec $3^{kg}6$ par centimètre carré sur la culée de gauche et $7^{kg}5$ sur la culée de droite; pour les crues, sa valeur minimum avec $5^{kg}2$ à droite et $2^{kg}1$ à gauche. En cas de crue, c'est pour la culée de gauche surtout qu'il y aurait à redouter un glissement. Le coefficient de frottement ne dépasse pas 0,52 pour une inclinaison moyenne de 0,22 à la semelle de base, tandis que le coefficient de frottement pratique du béton sur le gravier est 0,60. Les tourillons en fonte supportent une pression de 225 kilogr. par centimètre carré à la clef et de 212 à 283 kilogr. aux naissances. Les coussinets en fonte subissent des tensions de flexion de 124 kilogr. au sommet et de 95 à 127 kilogr. aux naissances.

Construction du pont. — Les travaux ont commencé le 8 juillet 1895. Les fondations ne donnèrent lieu à aucune difficulté. Sur la rive gauche, les fouilles furent faites complètement à sec, au moyen d'une pompe centrifuge et d'une locomobile de 12 chevaux; le débit de l'eau dans le batardeau était de 30 litres à la seconde. Sur la rive droite on travaillait directement sur le roc. Le ciment employé à la construction était d'une très grande finesse; on l'a teinté en jaune, avec 6 % d'ocre, pour le rejointoiement des faces vues.

La composition du béton, dans les diverses parties de l'ouvrage, est indiquée figure 1 (pl. XXII). Tout le béton a été préparé à la main; la production journalière était de 36 mètres cubes par atelier de onze hommes, dont cinq pour la préparation, trois pour le transport et trois pour le pilonnage.

Le pilonnage du béton a été fait, par couches horizontales de 15 centimètres au plus, dans des cloisonnements en planches ; la direction des joints était, aussi exactement que possible, normale à la courbe des pressions. Neuf groupes de quatre pieux ainsi qu'une murette en béton supportaient, par l'intermédiaire de boîtes à sable, le cintre qui était lui-même d'une grande légèreté (fig. 6, pl. XXII). Aux naissances, les rotules ont été disposées sur des selles fortement boulonnées sur le cintre et destinées à recevoir la poussée de la voûte pendant la construction. Les rotules de la clef ont été posées directement sur le plancher du cintre. La mise en place de toutes ces rotules était très délicate, car il importe que leurs axes soient bien perpendiculaires à la voûte, afin de permettre leur rotation simultanée et d'éviter, par là-même, des tensions accessoires dans ces pièces.

On a ménagé des vides de 25 centimètres en arrière de toutes les rotules, afin de leur permettre de suivre les tassements du cintre au cours de la construction et on ne les a remplis qu'au moment du décintrement de la voûte. La coupe (fig. 2, pl. XXII) représente l'encaissement pour le bétonnage. Les modèles en stuc destinés à l'ornementation des deux têtes ont été vissés sur les faces internes tapissées de papier d'emballage et recouverts d'une couche de laque.

Avant de commencer le bétonnage de la voûte, on a placé sur le sommet du cintre une charge d'épreuves de 40 tonnes.

Le 29 août, c'est-à-dire un mois et demi après le commencement des travaux, on a entrepris la construction de l'arc proprement dit, en partant des naissances. Le béton a été pilonné par couches minces et horizontales et par segments d'une longueur de 1 mètre à $1^{m}30$, perpendiculaires à la courbe des pressions. La voûte se compose donc, en réalité, d'une série de voussoirs en béton ayant sa largeur et son épaisseur propres, mais intimement liés les uns aux autres, grâce à l'avancement rapide du bétonnage; c'est à peine, en effet, si l'on peut apercevoir les traces des joints sur les têtes de voûte. On avança ainsi d'une façon régulière jusqu'aux joints de rupture, où l'on ménagea des vides de 1 mètre à $1^{m}20$, puis on continua de même jusqu'à la clef; au fur et à mesure de l'avancement du travail, on déchargeait le cintre au sommet. Finalement, on boucha les vides aux naissances, on claveta la voûte, et on fit ensuite la même opération aux joints de rupture.

Cette dernière opération a présenté quelques difficultés pour les naissances. Par mesure de précaution, on avait, en effet, calé après coup au moyen de coins en bois, les rotules contre les culées. On commença donc par remplacer ces coins par des vis de pression disposées au centre de gravité des plaques de base, puis on pilonna du béton gras dans l'étroite cavité restée libre. Le diamètre des vis était calculé de façon à pouvoir résister à la faible poussée de la voûte non fermée, et à céder, au contraire, sous l'action de celle de la voûte décintrée. On est donc sûr que les rotules transmettent la pression à toute la surface de béton et non pas uniquement dans le voisinage des vis. Le bétonnage de la voûte a duré une semaine.

Les piédroits ont été construits d'après la même méthode; puis on a établi les piliers sur l'extrados de la voûte, les arcs de liaison et le tablier. Toutes les parties vues présentent, sur une profondeur de 10 à 15 centimètres, une couche de ciment coloré en jaune, et de sable intimement liée à toute la masse de béton. Le transport du béton s'est fait sur de légers échafaudages volants au moyen de brouettes.

Dès l'achèvement du tablier, cinq semaines après le clavetage de la voûte, on procéda à l'abaissement du cintre. Aux charnières extérieures de la clef et des naissances, on avait disposé des aiguilles en aluminium (fig. 10, pl. XXII), permettant d'apprécier exactement au $^{1}/_{10}$ de millimètre près tout déplacement horizontal ou vertical des culées, ainsi que les tassements pouvant se produire au sommet de

Abaissement du sommet de la voûte.

Nos	JOURS	TEMPÉRATURE MOYENNE	ABAISSEMENT EN AVAL	ABAISSEMENT EN AMONT	OBSERVATIONS
		degrés cent.	millim.	millim.	
1	15 août 1895	15	»	»	Achèvement du cintre.
2	29 août	17	12,9	9 »	Rapporté à des repères sur la batte du sommet.
3	7 septembre	20	35 »	34 »	Clavetage de la voûte.
4	12 septembre	15	49 »	43 »	Pendant ce temps on ne constata aucun tassement.
5	12 oct. (avant le décintrem.)	6	49 »	43 »	
6	12 oct. (après le décintrem.)	6	56,5	50,7	Observés au moyen de l'indicateur à aiguille.
7	18 octobre	3	60,5	55,2	
8	24 octobre	6	65,6	60 »	
9	31 octobre	0	69 »	62,5	
10	4 novembre	6	70 »	63 »	
11	8 novembre	12	71 »	65 »	Pont achevé, observé par nivellement, depuis le 8 janvier aucun tassement.
12	15 novembre	6	74 »	70 »	
13	29 novembre	— 1	80 »	76 »	
14	8 janvier 1896	— 3	83 »	80 »	
15	10 février	+ 2	83 »	80 »	

Le tassement total, depuis le clavetage, est donc de 47 millimètres ou de 32, si l'on tient compte de la variation de température (20° — 2°), ce tassement correspond à une compression de l'arc égale à 13,3 millimètres ou 310 millioniemes.



l'arc. Après le décintrage on constata à la clef un abaissement de 7,5 millimètres en amont et de 7,7 millimètres en aval. Les aiguilles aux culées n'ont signalé aucune variation dans le sens vertical. Par contre, la culée de gauche s'était déplacée de 0,3 millimètre en amont. L'abaissement du cintre ne demanda que 20 minutes. Les résultats ainsi obtenus sont d'autant plus remarquables que le clavetage de la voûte a été fait par 20° C et le décintrement par 7° seulement.

Après le décintrement on mit en place les dalles des trottoirs, la couche d'asphalte de la chape et la chaussée, puis les dés en béton sur les piédroits. La chape en asphalte se compose de plaques isolantes de 6 millimètres garnies de feutre. Quant à la chaussée, elle est constituée par une couche de sable de 10 centimètres, d'un blocage de 6 centimètres aux bords de 12 centimètres au milieu et de 8 centimètres de graviers de montagne recouverts d'une mince couche de sable. Les parapets et les rouleaux de dilatation furent placés en dernier lieu.

Dans chacune des deux petites voûtes situées aux extrémités du pont on a noyé quatre rails de 90 centimètres, afin de les renforcer pour le cas ou il se produirait un léger soulèvement du tablier par suite des variations de température.

Le 1er novembre, huit semaines après le clavetage de la voûte, on procéda à la charge d'épreuve. On fit d'abord passer un rouleau de 3 500 kilogr. Tant qu'il se déplaça dans le premier tiers de la voûte on constata une élévation de 0,1 millimètre à la clef, qui disparut au passage du joint de rupture pour faire place à un abaissement de 0,6 millimètre au passage de la clef ; le tassement définitif est de 0,1 millimètre. Un rouleau de 6 500 kilogr. détermina les mêmes phénomènes, les mouvements de montée et d'abaissement à la clef étant tous deux égaux à 0,1 millimètre. Sous une charge uniforme de 300 kilogr. par mètre carré sur toute la largeur du pont, l'abaissement à la clef a été de 0,6 millimètre; les culées, dans ce même cas n'ont pas bougé. On doit, lorsque le béton aura pris une solidité plus grande, recommencer les épreuves avec le rouleau à vapeur de 15 000 kilogr. et une charge uniforme de 600 kilogr. par mètre carré.

La construction tout entière de cet intéressant ouvrage a été terminée en quatre mois, dont deux et demi ont été consacrés au bétonnage; son prix de revient a été de 33 250 francs et elle a nécessité 634 mètres cubes de béton et de maçonnerie.

A. B.

ÉLECTRICITÉ

TRANSMISSION DE LA PUISSANCE MOTRICE
à l'aide de l'électricité
aux engins des gares de chemins de fer.

(Suite [1].)

4° Appareils pour le service des Voyageurs, des Bagages et des Messageries. — VOYAGEURS. — Dans les gares où les cours d'arrivée et de départ sont au niveau des quais, les appareils mécaniques pour le transport des voyageurs ne sont d'aucune utilité.

Il n'en est pas de même lorsqu'il existe une différence de niveau entre les cours et les quais. Dans ce cas, des escaliers permettent aux voyageurs de franchir cet espace et, dans les gares bien aménagées et d'une certaine importance, il existe des ascenseurs hydrauliques qui sont surtout utilisés par les personnes impotentes.

Pour résoudre complètement le problème du transport des voyageurs d'un niveau à l'autre, on pourrait remplacer les escaliers par des plans inclinés automobiles et les ascenseurs hydrauliques par d'autres à manœuvre électrique.

L'étude complète d'un plan incliné automobile nous entrainerait trop loin et nous nous bornerons ici à indiquer cette solution qui n'a pas encore reçu d'application, en France du moins.

Quant aux ascenseurs électriques, il en existe de types divers et, comme dans une gare, il n'y a pas à prévoir d'arrêt intermédiaire, il suffit de combiner le système de manœuvre électrique pour que l'arrêt se produise automatiquement à fin de course avec mise en court circuit de l'induit ([2]).

La Compagnie d'Orléans a installé trois ascenseurs électriques à la gare du Luxembourg et deux à la gare Denfert.

Un moteur électrique actionne une vis tangente qui commande les tambours sur lesquels s'enroulent les câbles qui soutiennent les cabines.

Ces ascenseurs servent également aux voyageurs et aux bagages; ils peuvent élever 700 kilogr. à une vitesse de 0m 40 à 0m 50 par seconde.

A la gare Saint-Lazare, on s'est borné à transformer un des monte-charges pour bagages en ascenseur hydraulique pouvant contenir 15 personnes.

La différence de niveau est de 5 mètres, la vitesse de levage de 0m 50 par seconde, et la partie électrique de l'installation avec treuil coûterait environ 3 600 francs.

Bagages et messageries. — Nous avons vu qu'à la gare Saint-Lazare les messageries, ainsi que les bagages, étaient amenés, du niveau des cours à celui des voies et inversement, au moyen de monte-charges. En cas de besoin, on peut encore utiliser les plans inclinés pour tricycles en fer tarés à 100 kilogr., dont nous avons parlé dans la deuxième partie. Nous avons donné pour ces appareils les dispositions à adopter pour les manœuvres électriques et nous avons fait connaître le coût approximatif de la transformation.

Nous rappelons que :

Les monte-charges pouvant élever 1 tonne à 0m 50 exigeraient un moteur de 9 chevaux et coûteraient environ :

Pour leur installation	Fr.	7 000
Pour leur transformation		1 000
Les plans inclinés de même puissance exigeraient un moteur de 27 chevaux et occasionneraient une dépense de transformation de		5 500

Le déplacement horizontal des tricycles sur les quais, pour le transport des colis des salles de bagages jusqu'aux fourgons, est obtenu actuellement à bras d'hommes sur les quais mêmes où circulent les voyageurs. En Allemagne, on a affecté à ce service, dans certaines gares, des quais spéciaux qui occupent l'emplacement de nos entre-voies.

L'équipe qui pousse le tricycle aide à son déchargement.

Dans l'état actuel des choses, ce transport ne peut guère s'effectuer mécaniquement sans gêner considérablement le mouvement des voyageurs.

La seule solution admissible serait d'affecter, comme en Allemagne, un quai spécial pour le transport des bagages. Sur ce quai, on installerait un système pour l'entraînement des tricycles, analogue aux plans inclinés de la gare Saint-Lazare. Une équipe placée près du fourgon de tête recevrait les tricycles et, après déchargement, les replacerait sur la voie de retour. Des appareils de correspondance électriques, installés entre la salle des bagages et la tête de chaque quai, permettraient d'échanger tous les avis relatifs à l'enregistrement et au chargement des colis.

Lorsqu'un quai ne serait plus utilisé, on arrêterait la chaîne d'entraînement des tricycles pour ne pas dépenser d'énergie en pure perte.

Dans les gares allemandes à deux étages, les tricycles sont roulés dans des galeries transversales placées au niveau de la salle des bagages et des cours extérieures, puis ils sont élevés par des monte-charges sur les quais, où ils sont conduits par des équipes aux fourgons.

Dans les gares de passage de plain-pied, on pourrait installer un treuil roulant électrique, qui se déplacerait perpendiculairement aux voies et qui, prenant les colis dans les salles des bagages, les élèverait au-dessus des wagons et viendrait les déposer en tête des quais.

C'est dans cet ordre d'idées que la Compagnie du *Lancashire Yorkshire Railway* a installé, dans sa gare de Victoria (Manchester), en août 1895, un transbordeur aérien se déplaçant sur un chemin de roulement suspendu qui, actuellement, a une longueur de 272 mètres et comporte deux rails espacés de 0m 29.

Ces rails sont isolés de leurs supports et servent de conducteurs électriques.

Un chariot à deux essieux se déplace sur ces rails; les roues, à double bandage, sont accouplées ; elles sont isolées de leurs essieux et du châssis ; elles reçoivent le courant des rails et le transmettent, par des frotteurs en charbon, au moteur électrique.

Le même moteur commande la translation du chariot et le mouvement de levage, dans les deux sens.

En outre du moteur et du mécanisme de transmission, le chariot supporte un siège où se place l'agent chargé de la manœuvre, qui circule avec l'engin.

Cet appareil peut soulever 750 kilogr. à une vitesse de 7m 90 par minute, et se déplace à raison de 210 mètres par minute (12 kilomètres à l'heure).

Le courant est fourni sous 110 volts.

L'appareil ne comporte ni rhéostat de mise en marche, ni interrupteur, le moteur tournant constamment et étant embrayé mécaniquement pour produire soit le levage, soit la translation.

Quand on soulève une charge de 500 kilogr., l'intensité atteint 40 ampères au démarrage et tombe à 15 ampères pendant la montée.

Ce transbordeur permet l'emploi de courbes de faible rayon ; il laisse libre la surface des quais; les manœuvres sont faciles et rapides.

L'appareil de la gare de Victoria a les dimensions extérieures suivantes :

Hauteur au-dessus du rail	Mètres.	0,304
Largeur		0,450
Distance du point le plus bas au-dessous du rail		1,470
Longueur		1,370

---

[1] Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 9, p. 133; n° 10, p. 149; n° 11, p. 162; n° 12, p. 181; n° 13, p. 196; n° 14, p. 211; n° 15, p. 229; n° 16, p. 245; n° 17, p. 259; n° 18, p. 274; n° 19, p. 292; n° 20, p. 306; n° 21, p. 324.

[2] Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 22, p. 343.

Son prix, avec le panier et les accessoires, est de . . . . . Fr.	4 900
Un modèle analogue, d'une puissance de 1 000 kilogr., coûte. .	6 700
Un engin pouvant circuler à 180 mètres par minute et soulever 3,5 tonnes, à 6m 90 par minute, coûterait.	7 500

Le prix, par mètre, du chemin de roulement dépend de la disposition des charpentes des gares.

5° Alimentation des machines en combustible et en eau. — *Alimentation en combustible.* — Les quais à combustible consistent, comme les autres quais découverts, en une plate-forme établie à la hauteur du plancher des wagons et sur laquelle sont disposés à l'avance des tas de briquettes, de coke et de houille. Ces combustibles sont chargés sur les tenders au fur et à mesure des besoins. Les tas de menus sont maintenus sur leur pourtour par quelques rangées de briquettes disposées en bordure du quai. Quand l'espace réservé aux combustibles est étendu, on sectionne le quai par des voies transversales qui peuvent recevoir des wagons en déchargement.

Le charbon est amené des mines aux dépôts sur des wagons découverts. On peut décharger sur le quai deux wagons à la fois et opérer comme suit pour éviter toute perte de temps :

Les deux wagons sont amenés sur la voie qui borde le quai en avant et en arrière d'une grue pivotante à vapeur sur truck. Une équipe de trois hommes placée sur chaque wagon remplit une benne à trémie pouvant contenir 800 kilogrammes de charbon. La grue prend une benne pleine sur l'un des wagons, l'enlève, la vide sur le quai pendant son mouvement de rotation et la descend vide dans le deuxième wagon, où elle reprend une benne pleine pour la vider sur le quai et la rendre vide au premier wagon, où elle trouve à nouveau une benne pleine. Il faut donc disposer de trois bennes. Le travail est continu et l'utilisation du matériel et du personnel est absolument complète.

Pour décharger un seul wagon ou pour charger un tender, la manœuvre est semblable, mais il y a une certaine perte de temps due à l'arrêt de la benne et à son mouvement rétrograde. On fait usage de deux bennes seulement, dont une est en déchargement pendant que l'autre est remplie par une équipe.

La transformation de grues à vapeur de ce type en grues électriques ne présente aucune difficulté.

Si nous admettons que les grues affectées à ce service peuvent élever la benne chargée à une tonne à une vitesse de 0m 60 par seconde et imprimer, en même temps au système un mouvement de rotation, il suffira, pour la transformation, d'installer au lieu et place de la machine à vapeur et de sa chaudière un moteur électrique de quinze chevaux, qui attaquera par courroies ou engrenages l'arbre principal de la grue.

On peut évaluer le coût de cette transformation à environ 3 000 francs.

Les prises de courant se feraient par câbles volants venant se raccorder avec la canalisation principale.

Alimentation en eau. — L'alimentation en eau d'une station, et par suite des locomotives, est obtenue, soit en greffant l'alimentation de la gare sur celle de la ville desservie, soit au moyen d'une prise d eau supérieure qui n'exige aucun moteur, soit enfin au moyen d'une prise d'eau inférieure qui entraîne forcément l'installation d'une machine élévatoire.

Une distribution d'eau comprend : la prise d'eau dans un puits ou un cours d'eau, la pompe et son moteur, la conduite de refoulement, le réservoir et les conduites de distribution.

On fait couramment usage actuellement de locomobiles ou de machines demi-fixes verticales ou horizontales. La pompe est solidaire ou indépendante du moteur; dans ce dernier cas, elle peut être installée dans le puits même, sur une assise solide.

Les moteurs à vapeur et leur chaudière sont encombrants; il faut un bâtiment d'assez grandes dimensions pour les abriter. Il est nécessaire de pourvoir à leur approvisionnement en combustible et de créer des chemins d'accès, s'il n'en existe pas; leur fonctionnement exige la présence continuelle d'un mécanicien.

Un moteur électrique a un encombrement relativement faible; il n'exige qu'un abri de dimensions restreintes; on peut l'actionner de la gare même et supprimer, par suite, le mécanicien.

La Compagnie des chemins de fer de l'Est a, depuis le mois de juillet 1896, appliqué, à titre d'essai, un électromoteur de 14,5 chevaux à la manœuvre de la pompe d'alimentation du réservoir de la gare de Pagny-sur-Moselle. L'installation a été faite gratuitement par la maison Fabius Henrion, qui fournit le courant nécessaire à la réceptrice moyennant une redevance annuelle de 2 000 francs. Le débit de la pompe est de 40 mètres cubes environ par heure et la distance de l'usine à l'électromoteur de 250 mètres.

A titre d'exemple pouvant s'appliquer à une gare, nous citerons encore l'installation faite à Lunéville, dans les ateliers de MM. de Diétrich et Cie.

La pompe, située à 700 mètres de la salle des dynamos génératrices, était conduite par une machine à vapeur de 7 chevaux, dont la dépense annuelle était de 4 500 francs. La machine à vapeur a été remplacée par un électromoteur de 5 chevaux et la dépense annuelle s'est trouvée réduite à 570 francs.

Une grande gare exige une pompe pouvant débiter, en général, 60 mètres cubes par heure et un moteur d'une puissance proportionnelle à la hauteur d'élévation.

Pour une différence de niveau de 30 mètres, il faut un moteur de 15 chevaux, et l'adjonction d'un moteur électrique de cette puissance à une installation à vapeur coûterait environ 3 000 francs.

Pour terminer ce qui est relatif à l'alimentation en eau des gares, nous ajouterons qu'il conviendrait, dans une installation nouvelle, d'employer des pompes rotatives à action directe.

On construit, en effet, couramment des pompes rotatives actionnées directement par des moteurs électriques.

Lorsque la différence de niveau entre la prise d'eau et le réservoir de la gare est inférieure à 15 mètres, une seule pompe suffit.

Pour une différence de niveau supérieure à 15 mètres, il faut conjuguer plusieurs pompes.

Connaissant le volume d'eau à élever, on en déduit le type de pompe centrifuge à choisir et, par suite, la force en chevaux nécessaire par mètre d'élévation. Avec ces éléments, il est très facile de déterminer le nombre de pompes à conjuguer et la puissance du moteur électrique, d'après la hauteur d'élévation que l'on veut atteindre.

A titre de renseignement :

Un moteur électrique de 4 chevaux peut conduire directement une pompe rotative élevant 900 litres d'eau par minute à 10 mètres de hauteur.	
Le prix de l'ensemble (dynamo et pompe), est de . . . . . . Fr.	1 800
Avec un moteur de 4 chevaux, on peut également actionner directement deux pompes rotatives accouplées, donnant 360 litres par minute à 20 mètres d'élévation.	
Le coût de cet ensemble serait de . . . . Fr.	2 100
Un moteur de 15 chevaux peut être accouplé directement à une pompe fournissant 3m3 600 par minute à 10 mètres de hauteur, et le coût de cet ensemble peut être évalué à . . . . Fr.	3 600
Enfin, un moteur de 15 chevaux peut conduire directement deux pompes accouplées donnant 1 800 litres à 20 mètres de hauteur, et le prix de cet ensemble serait de . . . . Fr.	3 400

6° Signaux et aiguilles. — SIGNAUX. — Les signaux sont actuellement manœuvrés à distance par des transmissions en fil de fer qui agissent sur des contrepoids lesquels ouvrent ou ferment les signaux suivant leur position. En cas de rupture du fil métallique, le contrepoids de rappel placé au pied du signal met ce dernier à l'arrêt.

Pour les signaux à plusieurs transmissions, si un poste a fermé le signal pour la direction qu'il veut protéger, aucun des autres postes ne peut ouvrir ce signal pour la même direction.

Des appareils de contrôle électrique, sonneries et répétiteurs à voyant, permettent de se rendre compte à chaque instant de la position d'un signal, et en particulier de vérifier si ce dernier a bien obéi à la manœuvre du levier correspondant.

Les transmissions par fil ne sont pas sans présenter des inconvénients, et c'est pour répondre à certains desiderata que nous avons étudié et fait construire le moteur électro-mécanique dont nous avons donné la description sommaire dans une communication faite à la Société des Ingénieurs civils sur les applications de l'électricité à l'exploitation des chemins de fer [1].

Nous allons étudier dans quelles conditions il serait possible d'appliquer les moteurs électriques pour la manœuvre directe des signaux.

Puissance. — Dans les essais que nous avons effectués avec notre moteur électro-mécanique, nous avons reconnu qu'il fallait, pour provoquer la rotation de la cocarde, un poids de 30 kilogr. en temps ordinaire et de 60 kilogr. par grand vent.

Le poids moteur descendant de 0m 032 à chaque manœuvre, le travail moteur produit était au maximum de :

$$60 \text{ kilogr.} \times 0^{m}032 = 2 \text{ kilogrammètres.}$$

L'effort utile est d'environ 5 kilogr. sur la poulie de 0m 20 calée sur l'arbre du signal, ce qui correspond à un rendement mécanique final de 0,40 et à un travail utile de 0,800 kilogrammètre.

Si on admet une durée de la manœuvre de une seconde et un rendement de 35 % pour la transmission mécanique du moteur au disque, la puissance utile sera de 0,800 kilogrammètre et la puissance du moteur de :

$$\frac{0,8}{0,35} = 2,5 \text{ kilogrammètres environ.}$$

Mode de liaison. — Le moteur et la transmission peuvent être montés sur un même bâti et constituer un ensemble facile à placer au pied d'un signal quelconque, le dernier arbre étant vertical et relié à l'arbre du signal par une chaîne.

Mode de commande. — Le signaleur doit provoquer la mise en marche, mais c'est le signal lui-même qui doit produire l'arrêt; dans les deux cas l'action se produit sur le circuit même du moteur.

Si on fait décrire au signal des quarts de tours alternatifs, le mon-

(1) Voir le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils* (Novembre 1895).



tage sera compliqué et onéreux. La marche du moteur dans les deux sens exige entre le signal et le poste cinq conducteurs, avec inverseur au poste de manœuvre et interrupteur double actionné par le disque.

On pourrait avoir une installation plus simple en faisant tourner le disque toujours dans le même sens, de $^1/_4$ de tour pour le fermer, et de $^3/_4$ de tour pour l'ouvrir.

Dans ce cas, il suffirait de trois fils du poste au moteur, d'un commutateur à deux directions au poste de manœuvre et d'un autre sur le mât du disque.

Dans une installation complète de gare, où les signaux seraient actionnés par moteurs électriques, le fonctionnement de ceux-ci ne souffrant pas d'interruption, si courte soit-elle, des mesures spéciales de sécurité devraient être prises. L'usine devrait comporter des accumulateurs de réserve, le circuit principal être doublé d'un circuit de fortune, ainsi que de circuits spéciaux allant aux bornes des moteurs des disques qu'on manœuvrerait momentanément en cas d'accident, à la main, par un interrupteur spécial en se guidant par la vue des signaux eux-mêmes ou de leurs répétiteurs. De plus, au cas où le moteur serait avarié lui-même, il est certain que le signal resterait en place, puisqu'il *ne tend pas* à se mettre à l'arrêt. C'est là un des gros inconvénients de l'emploi des moteurs électriques à la manœuvre directe des signaux, où la sécurité prime toute autre considération.

Le même inconvénient se présenterait au cas de bris de la chaîne reliant le signal au moteur.

On devrait donc conserver la commande mécanique existante et l'utiliser en cas de dérangement, après avoir rendu le signal indépendant de son moteur.

De tout ceci, il résulte que les moteurs électriques ne semblent pas pratiquement utilisables pour la manœuvre des signaux. On devrait tout au moins conserver le dispositif mécanique, pour permettre la manœuvre à la main au cas d'avarie, après avoir enlevé la chaîne qui relie le signal à son moteur.

Aiguilles. — On les actionne ordinairement, comme les signaux, par des tringles ou des fils. Nous avons indiqué de plus, dans la première partie de cette étude quelques dispositions pour l'application de l'électricité.

Nous rappellerons seulement ici que M. Timmis emploie un solénoïde placé entre les lames; les leviers des signaux et aiguilles forment interrupteurs et sont enclenchés entre eux et avec le sémaphore correspondant. Il faut pendant 2 secondes un courant de 15 ampères :

$$15 \text{ ampères} \times 67 \text{ volts} = 1\,000 \text{ watts (1,4 cheval environ).}$$

La Société de transmission de la force par l'électricité a proposé également l'emploi d'un solénoïde placé en dehors de la voie ou entre les lames.

Enfin, la Compagnie du Nord a expérimenté l'emploi d'un moteur placé entre les lames qu'il actionne par deux pas de vis montés sur son arbre, et deux doigts solidaires de l'aiguille.

A chaque manœuvre, le moteur, en deux tours, déplace les lames de $0^m\,112$; il absorbe :

$$25 \text{ ampères} \times 60 \text{ volts} = 1\,500 \text{ watts (ou 2 chevaux) pendant } 0''25.$$

L'effort est, en marche, de 50 kilogr., et au démarrage, de 65 kilogr. à 70 kilogr. au maximum.

Le rendement de l'ensemble est ainsi de :

$$\frac{70^{kg} \times 0^m\,112 \times 9{,}81 \times 4}{1\,500} = 0,\,20 \text{ environ.}$$

Il nous reste maintenant à étudier, dans un dernier chapitre, l'avant-projet de l'outillage électrique d'une grande gare, et à faire ressortir les résultats économiques de l'emploi de l'électricité.

(*A suivre.*)

G. Dumont et G. Baignères,
Ingénieurs des Arts et Manufactures.

EXPOSITIONS

L'INDUSTRIE HONGROISE

à l'Exposition du Millénaire, à Budapest (1896).

(Suite [1].)

Métallurgie. — Fonte. — Nous avons signalé les difficultés que rencontrent en Hongrie les producteurs de fonte à s'approvisionner de coke métallurgique; c'est grâce à cette situation précaire que la métallurgie au bois a pu prospérer alors que, dans d'autres pays de l'Europe, elle tend à disparaître. Mais, ni la richesse forestière, ni le redoublement d'activité constaté dans les houillères, ni même l'achat onéreux de cokes en Silésie ne semblent devoir mettre les producteurs en mesure de suffire aux besoins toujours croissants de l'industrie nationale; et la statistique constate déjà, pour 1894, en regard d'une exportation de 11 453 tonnes de fonte, une importation de 39 368 tonnes, soit un appoint de 27 913 tonnes fourni par l'étranger. Cependant, la production, ainsi que l'indiquent clairement les chiffres suivants, a augmenté d'une manière considérable :

	Fontes d'affinage et pour acier			Fontes moulées		
Années	Production en tonnes	Valeur totale en florins	Valeur moyenne en florins	Production en tonnes	Valeur totale en florins	Valeur moyenne en florins
1875	151 116	6 708 070	44,40	8 568	813 552	94,70
1885	204 176	7 288 875	35,70	11 511	917 414	79,70
1895	322 205	11 802 397	36,60	21 459	1 647 324	76,70

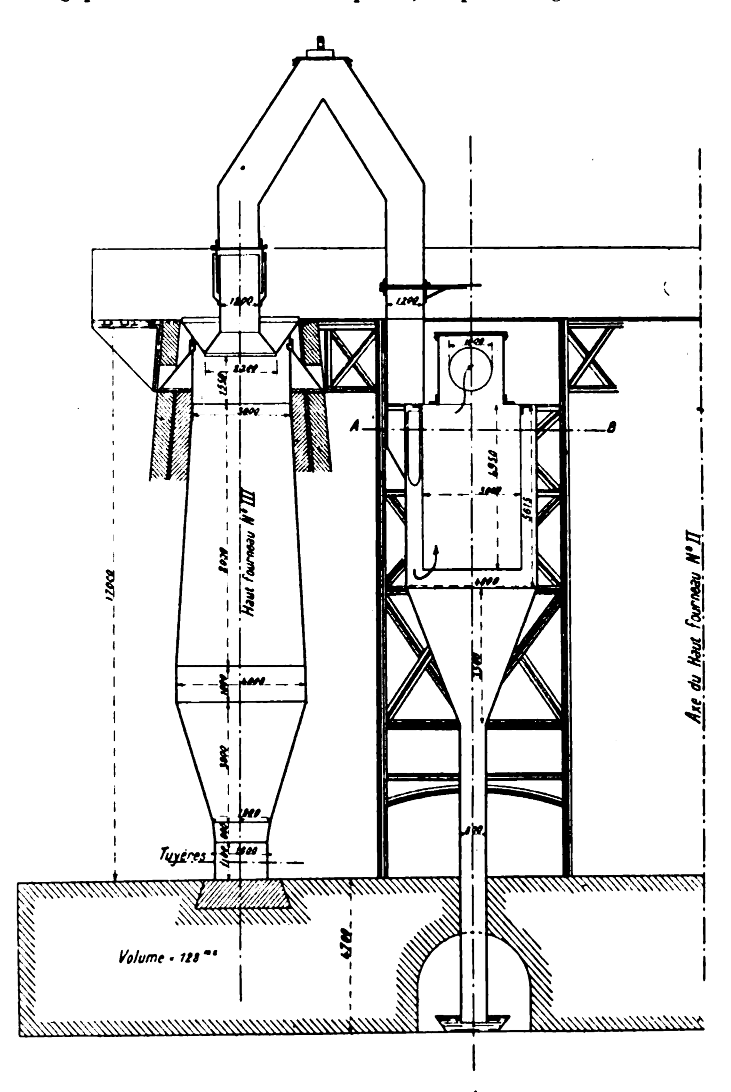
Plus des deux tiers de cette production reviennent aux trois grandes entreprises suivantes :

1° Les usines du gouvernement à Vajda-Hunyad, Tbeissholz et Libetbánya;

2° Les hauts fourneaux de la Société austro-hongroise des Chemins de fer de l'Etat à Resicza, Anina, Dognacsca;

3° Les hauts fourneaux de la Compagnie de Rimamurany, Salgo-Tarján à Liker et Nyustya.

1° *Usines du Gouvernement.* — La direction des établissements métallurgiques du Gouvernement exposait, au pavillon général de l'industrie minérale, des fontes d'excellente qualité, et un panorama des hauts fourneaux de Vajda-Hunyad.



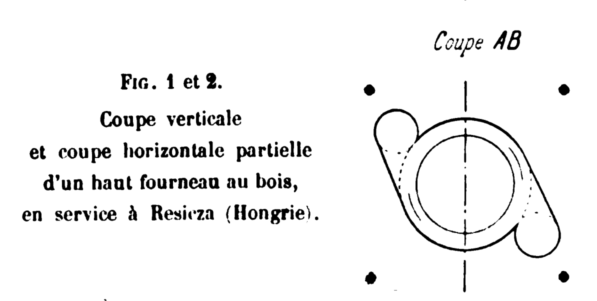


Fig. 1 et 2. Coupe verticale et coupe horizontale partielle d'un haut fourneau au bois, en service à Resicza (Hongrie).

L'usine de Vajda-Hunyad possède un haut fourneau au coke de

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 20, p. 314.

100 à 120 tonnes et trois hauts fourneaux au bois, l'un de 35 à 40 tonnes, les autres de 30 tonnes.

Un quatrième haut fourneau au bois se trouve à Govasdia, à proximité de l'usine principale. Celle-ci est reliée aux mines de Gyalar par deux funiculaires parallèles de 10 kilomètres de long, dont l'un se prolonge au delà de Gyalar, sur un parcours de 20 kilomètres; il est destiné au transport à l'usine, de l'énorme quantité de charbon de bois qu'absorbent les hauts fourneaux. Le haut fourneau au bois de 40 tonnes a une hauteur de 14m850 et un diamètre de 3m800.

Le haut fourneau au bois que l'administration métallurgique du Gouvernement possède à Theissholz, a des dimensions analogues : hauteur, 14m100; diamètre au gueulard, 3m750. Mais ce haut-fourneau ne fait que 15 tonnes par journée de 24 heures; il est vrai que son creuset a des dimensions moindres que celui du fourneau de Vajda-Hunyad.

2° *Hauts fourneaux de Resicza.* — La hauteur de 14m850, déjà considérable quand il s'agit de hauts fourneaux au bois, a été dépassée à Resicza.

Les forges et aciéries de Resicza, qui appartiennent à la Société austro-hongroise des Chemins de fer de l'État, ont subi, depuis 1880, un remaniement complet qui en a fait un des établissements métallurgiques les plus considérables de l'Europe. Outre le grand haut fourneau au coke (60 tonnes en fonte Bessemer, 75 tonnes en fonte d'affinage ou Martin) mis en feu en 1880 Resicza possédait, jusqu'en 1892, trois petits fourneaux au bois de 16 tonnes chacun, et hauts de 11m20. Ces trois fourneaux ont été rasés et remplacés, en 1894 et 1895, par deux grands fourneaux de 17 mètres de haut (fig. 1 et 2) posés sur un socle de 5m 70 de haut, de façon à pouvoir piquer directement dans la poche locomotive qui fait le service du Bessemer. La plate-forme des gueulards, commune aux deux fourneaux, est supportée par une pile en treillis, dans l'axe de laquelle on a disposé un épurateur d'une forme particulière : l'arrivée des gaz s'y fait de telle façon que ceux-ci prennent un mouvement de rotation entre les deux enveloppes *a* et *b*; la variation de vitesse en *m*, combinée au changement de direction, permet aux gaz de remonter épurés par *d*, tandis que les poussiers sont précipités dans la gaine *c*, à l'extrémité *e* de laquelle on peut les recueillir.

Ces deux fourneaux sont les plus grands hauts fourneaux au bois que nous connaissions en Europe; ils produisent chacun 43 à 45 tonnes de fonte grise Bessemer par 24 heures et pourraient donner, dans le même laps de temps, 52 tonnes de fonte blanche.

Pour terminer, notons la production de charbons de bois de la Société : soit 1 950 000 hectolitres en 1895. Le rendement du mètre cube de bois étant de 6hl54, il en résulte que ce chiffre correspond à la consommation de 300 000 stères de bois. Dans son pavillon, la Société exposait une réduction panoramique de l'ingénieux système de canaux et d'écluses qui font arriver, par flottage, les bois aux chantiers de carbonisation de Resicza.

3° *Hauts fourneaux de Liker.* — Ces usines comprennent trois hauts fourneaux dont un modèle au $^1/_{10}$ figurait à l'exposition. Ces fourneaux font chacun 100 tonnes de fonte blanche par journée de 24 heures.

Ils sont munis de huit appareils Cowper qui chauffent le vent à 850 et 900 degrés, tandis qu'à Resicza, avec une batterie du même nombre de Whitwell, on n'atteint que 750°. L'opinion est d'ailleurs de plus en plus favorable aux appareils Cowper.

L'usine de Liker est reliée par un funiculaire aux mines de Vashegy et de Rákos. La fonte fabriquée est en grande partie de la fonte Thomas.

Aciers. — Pour expliquer la situation florissante des aciéries hongroises, il suffit de jeter un coup d'œil sur le développement du réseau des chemins de fer : la Hongrie qui comptait, en 1880, 7 003 kilomètres de chemins de fer, en possède aujourd'hui 13 947.

Ce sont les aciéries Bessemer des deux grands établissements déjà nommés : Resicza (à la Société austro-hongroise des Chemins de fer de l'État) et Diosgyör (à l'État hongrois) qui se sont partagé la fabrication des rails; ce sont, d'ailleurs, les seules aciéries en Bessemer acide du pays. Une troisième usine, celle de Salgo-Tarján, possède deux convertisseurs basiques qui font surtout des poutrelles et du matériel de ponts.

Depuis l'année 1894, la voie des grandes lignes de chemins de fer est en pleine transformation : le rail de 128 millimètres de haut, qui pèse 34kg5 par mètre courant, y est remplacé par un nouveau type dit « rail Goliath », haut 139 millimètres, long de 12 mètres et qui pèse 42kg5 au mètre. Les usines de Diosgyör exposaient deux rails de ce système, longs chacun de 60 mètres et qui donnent une haute idée de la puissance de leur matériel, si l'on songe que les lingots nécessaires à leur fabrication pesaient 3 000 kilogr. Les conditions de réception de ces rails sont les suivantes :

Essais à la flexion. — Pression à supporter sans flèche permanente : 21 500 kilogr. pendant cinq minutes; pression à supporter sans rupture : 50 000 kilogr., également pendant cinq minutes. L'écartement des appuis est fixé, dans les deux essais, à 1 mètre.

Essais au choc. — Choc d'un mouton de 500 kilogr. tombant d'une hauteur de 5 mètres. Cette épreuve doit être répétée jusqu'à ce que la flèche de déformation ait atteint 50 millimètres. L'écartement des appuis est fixé à 1 mètre.

Essais à la traction. — Éprouvettes de traction, de 0m025 de diamètre, ayant 0m200 de long entre les repères. Résistance minimum à la rupture : 65 kilogr. par millimètre carré.

Pour l'ancien rail de 128 millimètres, la résistance minimum avait été fixée à 50 kilogr. On voit que l'on tend ici à se rapprocher des conditions de résistance imposées par les compagnies françaises.

Les chiffres suivants indiquent la production en tonnes, des rails en acier Bessemer, depuis 1880 :

1880-1885.	31 000 tonnes	(moyenne annuelle)
1886-1890.	49 500 —	—
1891-1896.	54 400 —	—

Si, relativement au nombre des convertisseurs, les usines Bessemer du pays n'ont pas augmenté d'importance, il n'en est pas de même des aciéries Martin.

C'est ainsi que l'État a construit, depuis 1891, deux fours de

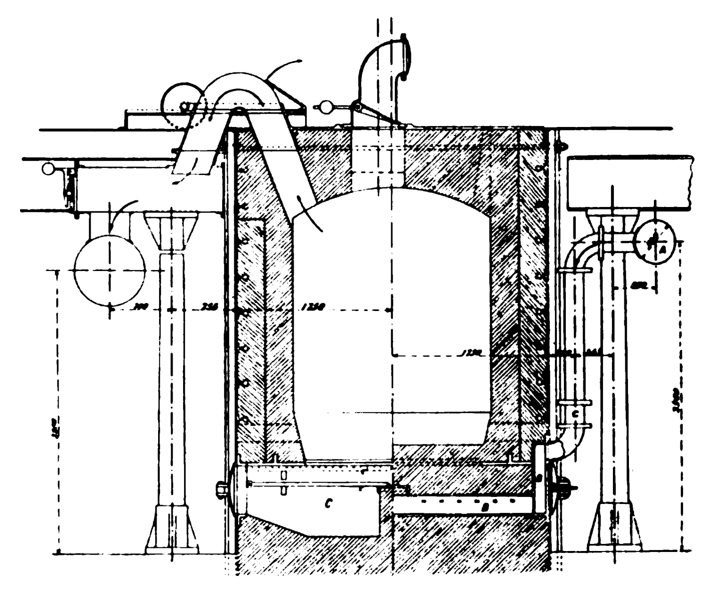


Fig. 3. — Coupe d'un gazogène soufflé à cuve, employé à Resicza (Hongrie).

12 tonnes, à Vajda-Hunyad; un four est en cours de construction à Kudsir; un autre à Zolyom-Brézo, qui en possède déjà deux.

La Société de Rimamurany a monté, à Ozd, quatre fours de 30 tonnes, système Bathó. Ici, une locomotive électrique, à crémaillère, dessert la plate-forme de chargement des fours, laquelle se trouve à 4 mètres au-dessus du niveau général de l'usine.

Enfin Resicza, qui possédait en 1885 quatre fours de 8 tonnes, a complètement transformé son atelier Martin; les quatre fours de 8 tonnes ont disparu pour faire place à cinq fours basiques de 15 tonnes, qui font du lingot et trois fours de 8 tonnes qui produisent l'acier de moulage. Les anciens fours avaient des gazogènes à grilles inclinées;

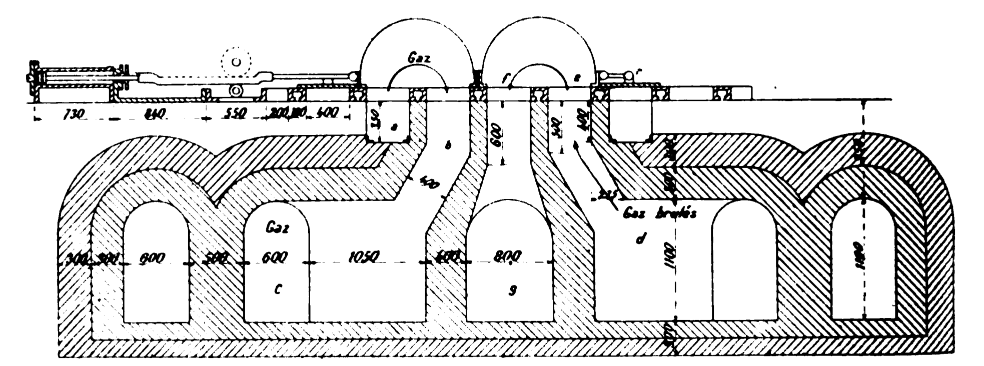


Fig. 4. — Appareil glissant, pour la distribution des gaz aux chambres des récupérateurs, en usage à Resicza (Hongrie).

ces gazogènes ont disparu pour faire place à des gazogènes soufflés, à cuve, et sans tuyères (fig. 3) : Le vent fourni par une batterie de ventilateurs Enke arrive en A, passe dans la boîte B, qui le distribue sous les grilles C. Ces gazogènes, où le vent est distribué uniformément sous les grilles, ont donné de meilleurs résultats que les gazogènes à tuyères



essayés auparavant. D'une part le décrassage s'y fait plus facilement : à cet effet on n'a qu'à enfoncer en m' les barreaux de grille c', à retirer les barreaux c, et à nettoyer le cendrier où, par ces opérations, les crasses sont venues tomber. D'autre part, il a été établi que l'entraînement de poussiers avec les gaz est beaucoup moindre avec les appareils à grille qu'avec des appareils à tuyères de même hauteur, chargés de couches de houille de même épaisseur et soufflés à la même pression, soit 3 à 4 centimètres de mercure.

Les fours de 15 tonnes possèdent chacun une batterie de quatre gazogènes formant à eux quatre un massif rectangulaire. Les fours de 8 tonnes de l'aciérie de moulage ont chacun deux gazogènes indépendants l'un de l'autre et qui ne diffèrent des précédents que par leur forme cylindrique et leur enveloppe en tôle.

Les appareils distributeurs de gaz aux chambres des récupérateurs ont dû, eux aussi, être modifiés. Les valves d'inversion mobiles autour d'axes horizontaux, peu recommandables au point de vue de l'étanchéité, même pour des appareils à tirage naturel, devenaient, lors de l'emploi de vent sous pression, absolument insuffisantes. On les a remplacées par des appareils glissants, qui donnent toute satisfaction.

L'appareil glissant (fig. 4) est formé de deux distributeurs identiques composés chacun de deux coquilles et de deux patins articulés destinés à boucher les orifices d'admission. Le gaz arrive en a, passe en b dans le carneau c qui le mène aux brûleurs du four; les gaz brûlés qui, pendant ce temps, se sont échappés du four par l'autre chambre à gaz, passent par le carneau d, arrivent en e à la seconde coquille qui les fait passer par f à la cheminée g; tandis que le patin r obture la seconde conduite de gaz.

Le service de l'air se fait identiquement de même. Les deux distri-

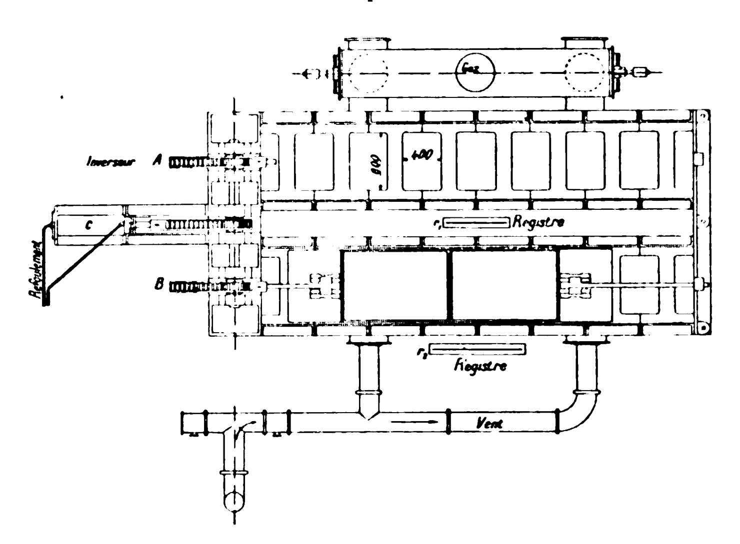


Fig. 5. — Appareil distributeur à tiroir, des usines de Resicza (Hongrie).

buteurs fonctionnent simultanément au moyen d'un système à pignons et crémaillères, actionné par un petit cylindre hydraulique.

Il y a lieu d'appeler l'attention sur les registres r_1 et r_2 (fig. 5) : le registre r_2 règle le tirage général de la cheminée et, par suite, la vitesse de passage des gaz brûlés dans les récupérateurs; le registre r_1, intercalé entre les chambres à gaz et la cheminée, règlera la proportion suivant laquelle le gaz brûlé s'échappera par l'une ou l'autre des deux chambres momentanément en action. On possède, par cela même, le moyen de régler la température des chambres, et de chauffer plus ou moins celle que l'on voudra. D'autre part, comme en général le brûleur à gaz se trouve dans le four à un niveau inférieur au brûleur à air, on pourra, en agissant sur r_1, ramener plus ou moins la flamme vers le bain ou vers la voûte du four; si, par exemple, on ouvre r_1, la proportion de gaz brûlé s'échappant par la chambre à gaz augmentera et la flamme sera, de ce fait, ramenée vers le bain.

Les établissements producteurs cités plus haut avaient présenté à l'exposition du millénaire l'acier Martin dans toutes ses applications : bandages, essieux, tôles, matériel usuel des constructions métalliques, moulages, etc. Les usines de Resicza, de Diosgyör, Ganz et Cie, avaient exposé des collections très complètes d'aciers moulés sans soufflures, en particulier des types de roues extrêmement variés, depuis la roue de wagonet jusqu'aux grandes roues de 2 mètres de diamètre pour locomotives à grande vitesse. L'exposition des moulages de Resicza comprenait un grand nombre de pièces de machines, autrefois exécutées à grands frais à la forge, telles que chaises, paliers, pistons, manivelles, crosses de bielles, guides, etc.; ces usines présentèrent en même temps de nombreuses indications sur les échantillons exposés et l'analyse détaillée de leurs divers produits.

Ch. Rosambert,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

CHIMIE INDUSTRIELLE

RECHERCHES SUR LA VINIFICATION
et sur la réfrigération des moûts.

La valeur des vins et leur aptitude à la conservation ne tiennent pas seulement à la qualité de la vendange; elles dépendent aussi de la marche de la fermentation, c'est-à-dire de la transformation du moût en vin.

La fermentation alcoolique, c'est-à-dire la transformation, sous l'influence de la levure, du sucre du raisin en alcool, avec production d'acide carbonique, est un phénomène de combustion, qui dégage de la chaleur et qui élève, par suite, la température des moûts.

Dans les régions méridionales de la France, comme en Algérie et en Tunisie, où le raisin lui-même est déjà chaud quand il arrive à la cave, la fermentation se déclare avec une grande rapidité et la température du moût ne tarde pas à atteindre 37 à 40 degrés, à laquelle la levure alcoolique souffre et finit par être tuée. Si, à ce moment, tout le sucre n'est pas transformé, et c'est presque toujours le cas dans les vins d'un degré alcoolique moyen, ceux-ci restent doux, et la proportion d'alcool n'augmente plus; ils sont manifestement de qualité inférieure. En outre, cette température élevée qui a déterminé la mort de la levure est, par contre, des plus favorables au développement des bactéries et celles-ci trouvent un aliment à leur activité dans le sucre qui n'a pas été transformé. Les vins sont, dès lors, exposés à devenir le siège de maladies bactériennes, qui causent de véritables désastres et obligent si souvent le propriétaire à se défaire de sa récolte à vil prix. Les vins, en effet, restent louches, se remettent à fermenter de temps en temps, prennent un goût fade et une acidité désagréable, se décolorent; en un mot, ils deviennent impropres à la consommation, ne pouvant plus être utilisés que pour la distillation.

On voit combien il est important d'empêcher la température des moûts de s'élever au delà du point où la levure alcoolique est détruite.

Nous avons étudié, durant ces dernières années, dans le Roussillon, l'influence fâcheuse exercée sur les vins par l'échauffement qui se produit dans le cours de la fermentation, et les moyens d'y remédier.

L'élévation de la température des moûts ayant pour principale cause l'échauffement que possède le raisin lui-même quand il est apporté au fouloir, il y avait d'abord lieu de chercher à abaisser la température du raisin.

C'est ainsi qu'a été examinée la possibilité de la récolte pendant les heures froides de la nuit ou des premières heures du matin. Or, la vendange nocturne est pratiquement irréalisable, et la cueillette matinale s'est montrée insuffisante pour amener une fermentation irréprochable.

L'exposition au froid nocturne de la vendange cueillie n'amène pas un abaissement de température qui puisse compenser les frais de manutention et les inconvénients auxquels le raisin serait exposé, dans le cas où les mauvais temps surviendraient.

L'élévation de la température des moûts étant surtout due à la grande masse de vendange que contiennent les foudres de grandes dimensions et au manque de refroidissement par le rayonnement ou par conductibilité, nous avons aussi expérimenté la vinification dans des récipients de petites dimensions, à parois moins épaisses. Les résultats ont été satisfaisants; mais si, à la rigueur, cette pratique est possible dans les très petites exploitations, elle ne saurait être employée dans celles de moyenne étendue, et, à plus forte raison, dans les grandes propriétés qui constituent la majeure partie du vignoble méridional.

Nous sommes donc restés en présence d'un seul moyen actuellement pratique, c'est le refroidissement des moûts par des appareils dans lesquels on les fait circuler et qu'on arrose d'eau extérieurement.

Description de l'appareil et du mode opératoire. — L'appareil dont nous nous sommes servis est le réfrigérant tubulaire de M. Deroy fils aîné, que ce constructeur a modifié suivant nos indications.

Cet appareil se compose essentiellement d'une série de tubes en cuivre, dans lesquels le moût circule et dont l'extérieur est continuellement arrosé d'eau.

Le modèle que nous avons employé (fig. 1), se composait de deux éléments (1) et (2) comprenant chacun 19 tubes en cuivre de 4 mètres de longueur, d'un diamètre intérieur de 4 centimètres et de 1 millimètre d'épaisseur. Ces tubes sont reliés entre eux par deux pièces en bronze (9), dans lesquelles s'engagent leurs extrémités, séparées par des cloisons et dont la fermeture hermétique est assurée par un joint en caoutchouc. Dans cette disposition, le moût entrant par la partie inférieure (7) du premier élément, traverse toute la série de tubes, qui forment en réalité un énorme serpentin de 76 mètres de longueur. Le vin, qui était entré par la partie inférieure, sort par la partie supérieure de ce premier élément, d'où il se rend, par le tuyau de communication (3), à la partie inférieure du second élément; il traverse celui-ci d'une façon identique et en sort à la partie supérieure (8),

pour se rendre dans le foudre ou dans la cuve. Il a alors traversé une longueur de tubes de 152 mètres.

Au-dessus de la batterie des deux éléments accouplés est placée une auge métallique (4), percée de deux lignes de petits trous correspondant aux tubes. L'eau amenée dans cette auge se distribue uniformément sous forme de pluie ; il est facile de modifier cet écoulement qui devra être plus grand si le moût est plus chaud ou l'eau elle-même moins fraîche et qui pourra être moins grand dans le cas contraire. En maintenant le niveau de l'eau dans cette auge à une hauteur plus ou moins grande, par l'arrivée d'une plus ou moins grande quantité d'eau, on obtient facilement ce résultat.

Le thermomètre, placé à la sortie de l'appareil, montre si le refroidissement est suffisant et sert à régler la marche.

Pour obtenir une meilleure distribution de l'eau qui tombe sur les tubes, ceux-ci sont entourés d'une toile grossière, qui s'imbibe régulièrement.

Dans cette disposition, on obtient un refroidissement méthodique, car c'est toujours l'eau la plus froide qui est en contact avec le moût le plus froid, par suite du mouvement inverse de l'eau et du moût.

L'eau chaude s'écoule dans le bassin inférieur (5), d'où elle se rend au dehors, ou bien dans un réservoir, si on veut la faire servir de nouveau.

L'appareil est monté sur roues (12) et se déplace ainsi facilement, pouvant être amené devant les cuves qu'on veut refroidir. Quand les

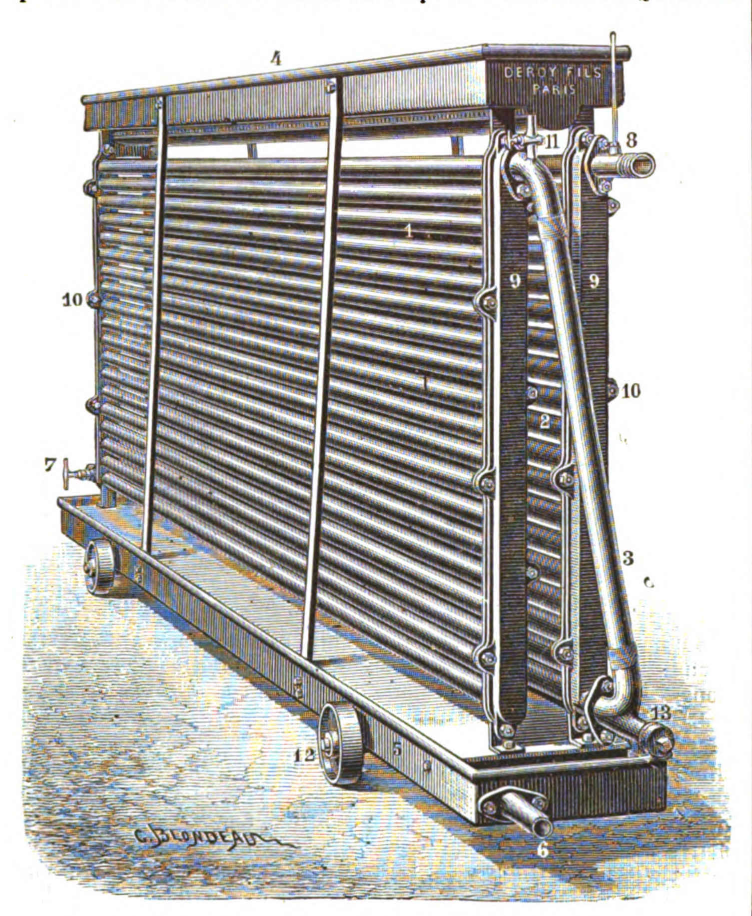


Fig. 1. — Appareil réfrigérant pour moûts de vendange.

rails d'une voie Decauville sont posés dans une cave, ce qui est fréquemment le cas, on donne aux roues l'écartement de la voie pour pouvoir l'utiliser.

Lorsqu'une opération de refroidissement est terminée, des robinets placés à la partie inférieure des éléments permettent de vider le moût resté dans les tubes.

Le moût entre chaud dans l'appareil, il en sort refroidi. Mais, pendant son passage, il a déposé des cristaux de tartre, surtout aux endroits où le refroidissement est le plus accentué. Ces dépôts ont des inconvénients; après avoir fonctionné pendant plusieurs jours, l'appareil a donc besoin d'un nettoyage : celui-ci s'opère facilement. On enlève les pièces de bronze (9); ces pièces sont nettoyées à l'aide d'une brosse en chiendent. Les tubes eux-mêmes le sont à l'aide d'un écouvillon; leur forme cylindrique en permet le nettoyage rapide et complet. On arrive ainsi à détacher par le frottement le tartre adhérent, qu'un rinçage à l'eau finit par enlever. L'appareil est alors prêt à marcher de nouveau pendant plusieurs jours.

En 1895, nous n'avions fait agir à la surface du réfrigérant que des quantités d'eau relativement faibles, inférieures aux quantités de vin qu'on voulait refroidir; encore cette eau était-elle à une température assez élevée (23 à 24°). Aussi, en général, n'avions-nous obtenu qu'un abaissement de température qui ne dépassait pas 6 à 8°. Nous pensions, d'ailleurs, qu'il eût été préjudiciable de saisir le vin par un abaissement de température trop brusque et trop considérable, pouvant contrarier ou entraver la fermentation.

En 1896, nous nous étions installés pour distribuer sur le réfrigérant de plus grandes quantités d'eau, soit environ une fois à une fois et demie la quantité de vin. Cette eau, du reste, était beaucoup plus froide; elle dépassait rarement 20° et elle s'est abaissée jusqu'à 14°. Dans de pareilles conditions le moût, quelque chaud qu'il fût, pouvait être amené à une température très basse, soit jusqu'à 17°, et, dans certains cas, la différence entre la température du vin à l'entrée de l'appareil et à la sortie a atteint jusqu'à 20°. Ce refroidissement si rapide et si intense n'a pas eu, comme nous le craignions, un effet fâcheux sur la fermentation qui s'est continuée, au contraire, dans les meilleures conditions.

L'appareil a donc fonctionné dans des conditions extrêmement favorables.

Nous donnerons quelques chiffres, pour montrer l'influence de la température de la fermentation sur la qualité du vin obtenu :

Température maximum atteinte par le moût.	Alcool.
Degrés.	°/°
42,0	9,75
41,0	9,55
40,5	9,60
40,0	9,85
38,0	10,6
38,0	11,2
37,5	11,75

D'après leur richesse saccharine, tous ces vins auraient dû donner environ 11,5 °/° d'alcool. Or, on voit dans ceux dont la température s'est élevée à 39° et au-dessus, un arrêt complet de la fermentation, avec une teneur en alcool inférieure à 10 °/°.

Ces résultats montrent combien il importe d'empêcher la température du moût de s'élever au-dessus de 37 à 38°.

La réfrigération permet de satisfaire à cette condition, si elle est judicieusement appliquée. Nous avons étudié quel était le moment le plus opportun pour l'effectuer, et nous avons constaté que le but à atteindre ne consistait pas à ramener à plus basse température des vins qui s'étaient déjà trop échauffés, mais à empêcher cet échauffement, en pratiquant la réfrigération à un point inférieur à celui auquel la levure alcoolique commence à souffrir.

Voici quelques-uns des résultats obtenus en 1896. Certains foudres ont été refroidis après avoir atteint 39°, d'autres alors que le moût n'avait pas encore atteint 37°.

Température maximum du moût.	Alcool.
Degrés.	°/°
39,5	10,0
39,5	10,2
39,0	10,3
39,0	10,1
37,5	11,0
37,0	11,5
36,5	11,6
36,0	11,75

On voit nettement que les moûts refroidis après que la température était montée jusqu'à 39°, avaient une richesse alcoolique très notablement inférieure, tandis que ceux dont la température n'avait pas dépassé 37°5 présentaient une richesse alcoolique plus élevée de 1 à 1,5 °/°.

La réfrigération doit donc se faire au moment où elle peut prévenir l'échauffement excessif; en effet, si le refroidissement n'est effectué qu'après que la température a atteint un degré nuisible à la levure, il ne répond pas au besoin d'une bonne vinification, car il ne permet pas à la levure de reprendre ses fonctions normales.

Voici d'ailleurs quelques-unes des conclusions les plus importantes de nos recherches :

1° Il existe une différence très grande, au point de vue de leur richesse alcoolique et de leur aptitude à la conservation, entre les vins provenant de moûts réfrigérés et ceux de moûts non refroidis ou refroidis après avoir atteint déjà un échauffement excessif;

2° Pour être efficace, la réfrigération doit être faite avant que le moût ait atteint le point critique auquel la levure commence à souffrir et qui est un peu supérieur à 37°;

3° C'est aux environs de 33° qu'on a le plus d'avantage à commencer la réfrigération ;

4° Il n'y a aucun inconvénient à abaisser la température du moût jusqu'à 18° environ ; la fermentation n'en continue pas moins sa marche régulière, et les vins atteignent la teneur alcoolique maximum correspondant à la richesse saccharine du moût ;

5° Dans les régions méridionales, la réfrigération a son utilité très réelle, même pendant les automnes relativement frais, qui sont rares d'ailleurs dans ces régions;



6° Avec une installation convenable, la réfrigération s'opère avec facilité sur les quantités de vendange qu'on peut avoir à traiter dans les grandes propriétés, et elle n'occasionne que des frais insignifiants.

La formation de l'ammoniaque dans les vins. — Lorsque la fermentation alcoolique s'accomplit normalement, la levure seule, ou presque seule, est maîtresse du terrain et on obtient alors des fermentations franches, caractérisées par la transformation complète du sucre en alcool et en quelques produits secondaires.

Mais, lorsque l'action de la levure est entravée, principalement par l'échauffement excessif des moûts, d'autres organismes, qui existent même dans la vendange la plus saine et qui avaient été annihilés par l'activité prépondérante de la fermentation alcoolique, manifestent alors leur présence et envahissent le moût, victorieux d'un organisme affaibli, par un de ces retours que produit la lutte pour la vie.

Les microbes qui se trouvent à côté de la levure sont extrêmement nombreux ; ils trouvent dans le liquide vineux tous les éléments de leur multiplication et, l'action de la levure étant arrêtée, ils n'ont plus à combattre cette concurrence vitale.

Toutes les réactions chimiques produites sous l'influence des ferments de maladies ne paraissent pas avoir été étudiées.

Des considérations théoriques nous ont fait penser qu'il y avait lieu d'examiner la production de l'ammoniaque. La plupart des bactéries sont, en effet, des ferments des matières albuminoïdes, qu'ils décomposent en produits plus simples, parmi lesquels apparaît presque toujours l'ammoniaque, dernier terme de leur action.

En examinant, au point de vue de leur teneur en ammoniaque, des vins de diverses origines et des vins de même origine, mais obtenus dans des conditions variées, nous avons pu mettre en relief un certain nombre de faits qui paraissent intéressants au point de vue de la constitution du vin.

Voici quelques chiffres relatifs à la teneur des vins en ammoniaque, suivant les conditions de la vinification :

Températures maxima atteintes par le moût.	Ammoniaque par litre.
Degrés.	Milligrammes.
34,25	3,2
35,25	5,44
36,0	5,12
37,0	11,52
37,5	24,0
40,5	52,2
41,0	57,3

On voit très nettement que ce sont les températures les plus élevées, surtout celles ayant atteint ou dépassé 40° qui ont donné les plus grandes quantités d'ammoniaque.

Il n'y a pas lieu de considérer l'ammoniaque en elle-même comme une cause d'infériorité du vin ; mais ce qui rend sa présence en forte quantité digne d'attention, c'est la révélation d'une fermentation défectueuse du début, qui peut avoir quelquefois des conséquences graves pour la conservation ultérieure du vin.

Nous avons donné la démonstration de l'hypothèse que nous avions émise, que ce sont les microrganismes qui constituent la cause de la production de l'ammoniaque dans le moût, lorsque la température de celui-ci s'élève outre mesure.

A cet effet, nous avons étudié l'action de quelques-uns des microrganismes très nombreux qui se trouvent dans les vins, sur des bouillons de culture riches en matière azotée. Dans ces bouillons, nous avons ensemencé, d'un côté, des levures de vins isolées à l'état de pureté, de l'autre les dépôts formés dans différents vins, les uns contenant très peu d'ammoniaque, les autres en contenant des proportions notables.

Dans ces conditions, nous avons constaté que la levure de bière n'a donné naissance qu'à de faibles traces d'ammoniaque. Quant aux lies de vins, très pauvres en ammoniaque, et dans lesquelles, d'ailleurs, on n'a trouvé qu'un petit nombre d'organismes, elles n'ont produit que des quantités d'ammoniaque insignifiantes.

Là, au contraire, où les vins renfermaient de fortes proportions d'ammoniaque et où on a rencontré des organismes nombreux et variés, on a obtenu un ensemencement donnant naissance à de fortes quantités d'ammoniaque.

Il existe donc une corrélation étroite entre la présence de ces organismes dans les vins, la proportion de l'ammoniaque dans ces mêmes vins, et l'aptitude des lies correspondantes à déterminer les fermentations albuminoïdes.

Nous avons déterminé, en outre, la teneur en ammoniaque de vins malades (vins douceâtres, mannités, cassés, etc.); il y a une relation entre l'état maladif des vins et la proportion d'ammoniaque qu'ils renferment.

Comme on le voit, la détermination de cette base présente donc un réel intérêt, surtout dans les vins qu'on veut laisser vieillir. En effet, les vins qui semblent devoir se comporter le mieux sont ceux dans lesquels la proportion d'ammoniaque est peu élevée.

Comme, d'autre part, la température à laquelle montent les moûts favorise la production de l'ammoniaque, on voit qu'il y a intérêt, à ce point de vue encore, à empêcher les moûts d'atteindre un échauffement excessif par la pratique de la réfrigération judicieusement appliquée.

La réfrigération des moûts permet donc l'obtention de vins de qualité supérieure, en même temps que d'une conservation irréprochable. En l'adoptant, la viticulture méridionale se mettrait à l'abri des accidents qui lui causent fréquemment de si grandes pertes.

A. Muntz, *Membre de l'Institut, Professeur à l'Institut agronomique.*

E. Rousseaux, *Ingénieur agronome, Préparateur à l'Institut agronomique*

LE PÉTROLE

Gisements, essais des huiles, épuration, principales applications industrielles.

Au cours d'une mission qu'ils ont remplie, en 1892, aux États-Unis, pour le compte du Ministère du Commerce et de l'Industrie, auquel ils sont attachés, l'un en qualité de chef du laboratoire des expertises, l'autre comme directeur du commerce extérieur, MM. Riche, membre de l'Académie de médecine, et Roume ont recueilli des données nouvelles qu'ils ont condensées dans un rapport (1).

Reprenant la question à un point de vue plus général, M. Riche vient de publier, en collaboration avec M. G. Halphen, chimiste en chef au laboratoire du Commerce, un traité sur *le Pétrole* dont nous nous proposons de donner ici une analyse détaillée (2).

Gisements. — Après quelques mots sur l'historique du pétrole, les auteurs arrivent à l'étude de ses gisements.

Sous ses divers états de *naphte*, liquide volatil à la température ordinaire, de *pétrole proprement dit* ou huile lampante, de *bitume-malthe* semi-fluide, où *d'asphalte* tout à fait solide, ce produit se retrouve dans les couches géologiques les plus diverses, mais presque toujours dans le voisinage de grandes chaînes de montagnes, comme les Alleghanys et le Caucase.

La Pensylvanie, où a été foré, en 1859, le premier puits industriel à pétrole des États-Unis, est toujours restée de beaucoup à la tête de la production de ce pays. Jusqu'en 1875, on n'a exploité le pétrole que dans cet État et celui de New-York, dont la production était d'ailleurs peu considérable. Depuis cette époque, l'Ohio, la Virginie-Ouest, la Californie, le Colorado et même tout dernièrement, mais en quantité jusqu'ici négligeable, d'autres États (Kentucky, Tennessee, Missouri, Texas, etc.) fournissent un appoint considérable.

Dans les États de Pensylvanie, New-York, Virginie-Ouest, Ohio, on rencontre le pétrole au milieu des bandes de terrains divers qui s'allongent parallèlement aux Alleghanys, principalement dans une dépression, qui fait suite à celle du Saint-Laurent. Il s'accumule dans tous les horizons sableux et gréseux perméables, séparés par des schistes et des roches compacts, d'autant plus anciens qu'on remonte davantage vers le nord, houillers à Pittsburg, dévoniens à Venango et Warren, siluriens au Canada. En Californie, il sort de couches pliocènes, au pied des chaînons plissés de la Sierra-Nevada et parallèlement à leur direction. Au Colorado, sur le flanc oriental des montagnes rocheuses, le principal niveau pétrolifère est crétacé.

Nous allons indiquer, en quelques mots, les principaux centres de production actuels, ainsi que la nature des huiles qu'ils fournissent (voir la carte de la fig. 1).

Au sud de l'État de New-York se trouve la région de Richburg, dont la production a doublé de 1889 à 1891; elle a été, pendant le seconde de ces deux années, de 1 121 574 barils de 145 kilogr. Cette huile est envoyée, pour la plus grande part, à l'usine de Bayonne, que la *Standard oil Company* possède près de New-York, par des *pipe-lines*, tuyaux en fonte couramment employés aux États-Unis pour le transport du pétrole.

Un peu à l'ouest, à cheval sur les États de New-York et de Pensylvanie, se trouve le bassin de Bradford, qui, en 1891, a fourni 5 452 418 barils, plus du septième de la production totale des États-Unis. D'après certains négociants en pétrole, la densité de l'huile de ce gisement, qui était voisine de 0,800 à l'origine, se serait élevée successivement jusqu'à 0,825. Cette opinion est exagérée ; rarement sa densité dépasse 0,815, et elle lui est souvent inférieure. Cette augmentation tient d'ailleurs à plusieurs causes : les raffineurs européens trouvant aujourd'hui dans les contrées de Parker, Washington et Macdonald des pétroles beaucoup plus riches en essences et en huiles lampantes, les producteurs n'ont plus d'intérêt à trier pour eux les espèces légères, et ils leur envoient dès lors de Bradford des

(1) *Annales des Mines*, Janvier 1894.

(2) A. Riche et G. Halphen : *Le Pétrole*. Un vol. in-16. J.-B. Baillière et fils, Paris, 1896.

huiles plus lourdes que par le passé; d'autre part, c'est d'un fait général que les puits à huile de faibles densités se sont épuisés plus vite que les autres; enfin, les huiles de Bradford restent souvent, avant d'être exportées, des mois, des années même, dans d'immenses réservoirs, où elles perdent tous les gaz dissous et les produits essentiels les plus volatils; leur densité s'en trouve dès lors accrue. Cet accroissement de densité se retrouve à un degré variable dans tous les gisements. Bradford est le point de départ de divers pipe-lines pour New-York, Milton, Pittsburg, Buffalo, Boston, etc.

A 20 milles vers l'ouest, commencent les gisements de la « Middle Country » : Warren, Clarendon, Stoneham, Tiona, etc., dont l'huile, de couleur ambrée, a de 0,786 à 0,793 de densité. Certaines espèces sont assez légères pour qu'on ait intérêt à les expédier à l'état brut en Europe.

Encore plus à l'ouest, on trouve la contrée de Venango, qui donne des huiles très diverses; beaucoup ont une densité de 0,815; l'une, celle de Franklin, atteint le poids spécifique de 0,885 à 0,898; comme elle n'est pas souillée de matières étrangères et qu'elle ne se solidifie pas à 30° C au-dessous de zéro, on l'emploie souvent sans travail, aussi sa première qualité atteint-elle 20 francs le baril.

suivent; on les exploite industriellement depuis 1875; en 1891, on en a extrait 2 millions et demi de barils. Quand le *Standard Company*, qui les détient presque tous, le voudra, cette extraction sera fort augmentée.

Dans l'Ohio, on a trouvé, en 1875, le gisement de Lima, d'une abondance extrême, mais qui, jusqu'en 1888 n'a été que faiblement exploité à cause de la difficulté du traitement de son huile. Celle-ci, d'un vert foncé, de densité variable, exhale une odeur désagréable, due à des composés sulfurés organiques. Le *Standard Company*, après de longues recherches, est parvenu à en extraire des produits inodores et de bonne combustion; depuis, elle l'exploite en grand dans l'immense raffinerie de Whiting, à quelques milles de Chicago, où l'huile arrive par pipe-lines.

Le pétrole de Californie, exploité depuis 1875, a fourni, en 1891, 350 000 barils; il est encore peu connu. L'huile de Colorado entre, depuis 1889, dans la consommation industrielle, pour une quantité à peu près équivalente.

On évalue à 60 000 au moins le nombre des puits forés, depuis 1859, dans les États de New-York et de Pensylvanie. 6 358 ont été percés dans la seule année 1890, qui, en revanche, en a vu 1 069

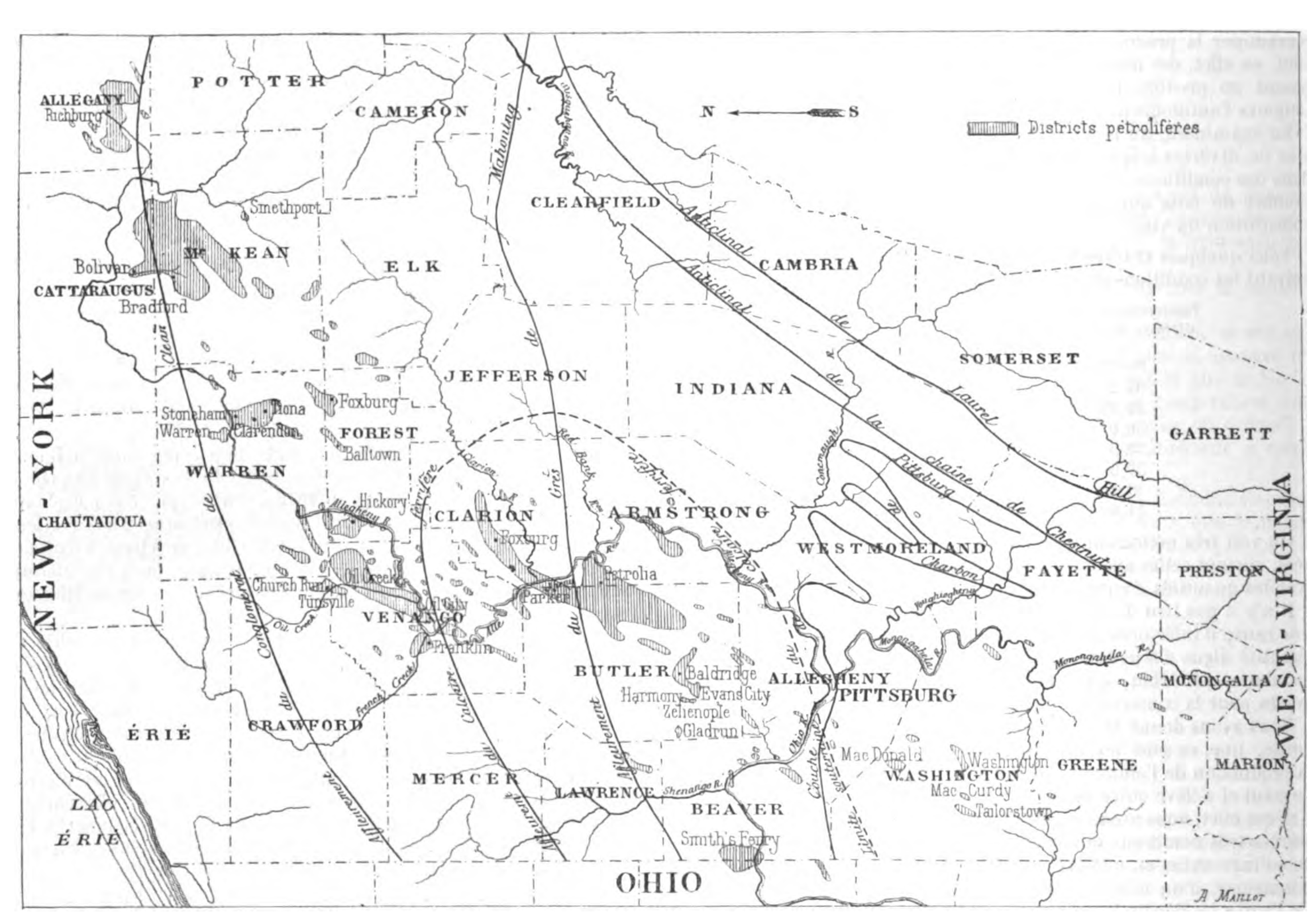


Fig. 1. — Carte des gisements de pétrole de la Pensylvanie occidentale.

Au sud de Venango se trouve la région de Parker; la seconde de ces huiles, dont la moyenne est un peu supérieure à 0,800, descend quelquefois à 0,786. Comme elle est très peu chargée de produits lourds et, par suite, riche en huile lampante, elle est recherchée pour l'exploitation en France et en Espagne. Cette région est celle qui a fourni, de 1865 à 1877, une forte partie de la production pensylvanienne; elle a vu naître, de ce fait, l'importante ville de Pétrolia.

Butler Country a donné, en 1888, beaucoup de pétroles légers; aujourd'hui ses puits sont presque complètement épuisés. Les exploitations voisines de Lower Country (Zélienople, Glad-Ruis, etc.) sont au contraire très prospères.

La contrée de Pittsburg n'est pas productive; cependant il existe, aux environs de Tarente, des puits qui ont alimenté la première raffinerie fondée à Pittsburg.

Plus au sud se trouve le territoire de Washington qui, depuis 1886, fournit beaucoup de pétroles (environ 3 millions de barils par an). C'est là qu'on a découvert, en 1891, à Macdonald, le plus puissant gisement que l'on connaisse, qui, dans les trois derniers mois de 1891, a donné environ 5 millions de barils. L'huile y est très légère (0,777 à 0,790).

Dans la Virginie de l'ouest, les gisements précédents se pour-

s'épuiser. Ces puits appartiennent à beaucoup de propriétaires, qui, pour la majeure partie, vendent leurs produits à des Compagnies, qui les transportent aux grandes raffineries et aux ports d'embarquement d'Europe, par des pipes-lines, dont la longueur totale dépasse 12 872 kilomètres. Le *Standard oil Company* possède, par elle-même, ou par ses affiliés, la presque totalité de ces canaux.

Dans le territoire de Lima, il y avait, au 1er janvier 1890, 1 695 puits. L'emploi des huiles de cette région, pour le chauffage, prend une énorme extension, dont se ressent la production totale annuelle : cette dernière, qui était de 35 163 513 barils, en 1889, s'est élevée, en 1891, à 50 150 000. A cette époque, la production totale des États-Unis, depuis 1859, était de 515 502 619 barils, dans lesquels la Pensylvanie et New-York entraient pour 431 884 546.

La consommation du pétrole raffiné, aux États-Unis, s'est élevée, en 1891, à 22 600 000 barils (évalués en huile brute). Du 1er juin 1890 au 1er juin 1891, l'exportation a atteint le chiffre de 14 700 000 barils, soit 750 620 547 gallons (1). Pendant l'année 1890, la France a reçu :



Gallons d'huile brute	66.335.750
— raffinée	3.812.458
Total.	70.148.208

En 1891, le gallon d'huile brute s'est vendu, en moyenne, 6 cents 32, soit 11 francs les 100 kilogr. (fût compris).

L'ancien continent est beaucoup moins riche que le nouveau. Si en Portugal l'exploitation de pétrole est possible, d'ailleurs sur une fort petite échelle, près du mont Tréal et de la rivière Liz, l'Espagne, l'Angleterre et la France sont particulièrement pauvres : indépendamment du gisement, d'ailleurs inexploité, de Gabian (Hérault), où une huile rouge-brune, d'odeur très forte, s'écoule d'un rocher, notre pays ne possède que des asphaltières, à Alais, Autun, Basteunes, dans l'Ardèche et dans l'Ain. L'Alsace possède un gisement assez important, celui de Pechelbronn, qui fournit des puits très riches et, où l'huile se trouve associée à des sources salées : elle y atteint des températures exceptionnellement hautes. Le Hanovre produit aussi une certaine quantité de pétrole. L'Italie, elle, a quelques gisements d'huile remarquables par sa pureté ; la Dalmatie et surtout l'Albanie présentent de grandes quantités d'asphalte. Avec la Roumanie, qui produit annuellement 20 000 tonnes de pétrole, presque tout lampant, en passant par la Galicie, qui exploite l'huile et plus encore l'ozokérite, nous nous approchons de la région caucasienne qui est, pour l'Europe, le pays classique du pétrole.

Les gisements du Caucase sont disséminés, des deux côtés de la chaîne montagneuse, sur une zone de 2 400 kilomètres de long et d'environ 16 kilomètres de large; mais la contrée de beaucoup la plus riche est la presqu'île d'Apchéron, qui, dans la région de Bakou, ne compte pas moins de 400 puits sur une surface d'environ 9 kilomètres carrés, et qui fournit à elle seule les 99 centièmes de toute la production russe. Le pétrole s'y trouve dans des couches tertiaires, le plus souvent associé à des eaux salées ou sulfureuses. Il sort naturellement du sol : en certains points, pour l'obtenir très abondamment, il suffit de creuser des puits de faible profondeur, dont le débit augmente, à mesure qu'ils s'enfoncent davantage, dans leurs limites actuelles de 30 à 250 mètres. Quelques-uns de ces puits sont demeurés célèbres par l'énorme quantité de liquide qu'ils ont débitée, jusqu'à 10 000 mètres cubes par 24 heures, comme le puits nº 9 de MM. Nobel. Dans ces conditions, le jet d'huile sort avec une violence extraordinaire : au puits Droojba, il a atteint une hauteur de 90 mètres.

Le naphte du Caucase est un liquide brun, visqueux, parfois blanc, quand il a été décoloré par son passage à travers les roches encaissantes. Sa densité, assez variable, de 0,783 à 0,895, diminue en général, pour un point donné, à mesure que croît la profondeur du puits. C'est en 1878 que la Société Nobel a établi le premier pipe-line reliant les puits aux raffineries, et qu'elle a fait construire le premier navire à vapeur, *le Zoroastre*, destiné à transporter le pétrole sur la mer Caspienne. Depuis cette époque la production de naphte brut s'est beaucoup accrue : la presqu'île d'Apchéron, qui ne fournissait, en 1879, que 376 740 000 kilogr., en a donné, en 1895, 6 409 000.

Exploitation des gisements. — Dans certaines contrées, l'exploitation des gisements se fait encore par des procédés fort primitifs. C'est ainsi qu'en Galicie elle s'effectue presque toute au moyen de puits carrés d'environ 2 mètres de côté, creusés à la pelle par un homme, et prolongés, dès qu'on atteint la couche rocheuse par un trou foré au trépan, d'environ 0m 40 de diamètre à l'origine et allant progressivement en diminuant. En Roumanie, on emploie des puits de large diamètre, dont la profondeur varie de 50 à 120 mètres.

Au contraire, en Amérique, on fore avec un matériel de sondage très perfectionné, des puits très profonds. L'installation comprend, outre les outils de forage proprement dits, trois organes principaux : Un treuil de levage, qui permet d'élever ou d'abaisser la tige de sondage; un balancier, qui imprime un mouvement alternatif à la tige de sonde; une pompe à sable, qui ramène au jour les déblais. Ces trois organes reçoivent leur mouvement d'une machine à vapeur (de 12 à 15 chevaux), placée à 30 mètres au moins du puits, pour éviter les incendies ou explosions, qui pourraient être causés par les gaz qui souvent se dégagent. Au-dessus du puits se trouve un chevalement à quatre côtés, appelé *derrick*. Au fur et à mesure de son fonçage, le puits est revêtu d'un tubage métallique. Quand il a atteint le niveau du pétrole, il reçoit une pompe à piston plongeur, qu'on attelle au balancier, et qui refoule l'huile dans les réservoirs préparés à la surface pour la recevoir. On a souvent recours, pour augmenter le débit des puits, au *torpillage*, qui consiste à faire détourner à leur base une certaine quantité de nitro-glycérine. L'explosion, en déchirant la roche, crée de nouvelles issues pour les gaz et parfois des communications avec d'autres cavités remplies de pétrole.

Le prix de revient d'un pareil puits varie de 1 500 à 4 500 dollars, suivant la profondeur ; au Canada, il est d'environ 2 000 dollars pour une profondeur de 500 mètres.

Au Caucase, les puits qui sont aussi, depuis 1871, obtenus par sondages, ont un diamètre initial d'environ 0m 380; les revêtements métalliques ont de 3 à 5 millimètres d'épaisseur. Leur profondeur, moins grande qu'aux États-Unis, ne dépasse guère 280 mètres. On n'a recours au pompage que lorsque l'huille ne jaillit plus d'elle-même.

Essais des huiles brutes. — Au point de vue douanier, il y a à distinguer, en France, depuis la loi du 30 juin 1893, trois sortes de pétroles: les bruts, les raffinés et les huiles de graissage. Est considérée comme brute toute huile qui ne renferme pas plus de 90 % de produits lampants et qui n'est pas susceptible de brûler telle quelle dans les lampes d'un usage courant. L'huile ne contenant pas plus de 30 % de produits lampants sera considérée comme huile de graissage.

Une huile présentée comme brute devra avoir : une couleur foncée, presque noire si elle vient de Russie ; une odeur assez forte ; une densité, à 15°, comprise entre 0,780 et 0,805 pour une huile américaine et se rapprochant de 0,831 pour une huile russe. La première de ces huiles sera inflammable à la température ordinaire, la seconde ne s'enflamme qu'au-dessus de 35°. Dans une lampe ordinaire, elle ne brûlera que fort mal, sa consommation s'élevant au plus, pendant quatre heures, à 90 grammes pour une huile brute américaine, à 110 grammes pour un produit russe. Enfin, on vérifiera qu'elle contient une proportion de pétrole lampant comprise entre 90 et 30 %, en la soumettant à une distillation poussée en une demi-heure à 350°, et en admettant, pour cette distillation et pour les opérations qu'auraient à subir ensuite le produit distillé et le résidu des pertes analogues à celles qui sont constatées pendant les traitements industriels, des produits analogues. On se servira de l'appareil de Regnault.

Tous ces caractères distinguent nettement les bruts des raffinés et des huiles de graissage. Les raffinés, incolores ou légèrement jaunâtres, d'odeur faible, de densité, à 15°, comprise entre 0,780 et 0,800 pour une huile américaine, voisine de 0,825 pour une huile russe, ne devant s'enflammer qu'à une température égale ou supérieure à 35° (puisqu'ils ne contiennent pas d'essence), brûleront bien à la lampe, et leur consommation, en quatre heures, sera comprise entre 120 et 150 grammes.

La distinction entre les huiles américaines et les huiles russes est plus délicate. Il ne faut compter, pour la pratiquer ni sur la différence de leurs densités car, bien que d'une façon générale les premières soient plus légères que les secondes, cette règle n'est pas sans exception et, d'ailleurs, les différences ne sont pas très grandes; ni sur la différence des densités de leurs fractions homologues car, bien que les densités de ces fractions soient en moyenne plus basses pour les huiles américaines que pour les huiles russes (0,755 et 0,782 pour les fractions bouillant entre 140 et 160°), pour certaines d'entre elles la différence est parfois renversée; ni sur la différence des indices de réfraction, car ces indices ne sont pas toujours proportionnels aux densités. Il ne faut pas non plus voir dans le trouble que les huiles américaines présentent sous l'action du froid (à cause de leur plus grande richesse en paraffine) un caractère suffisamment constant. Si à cela on ajoute que les parties légères des deux espèces de pétroles sont presque identiques, on comprendra combien la différenciation des deux produits était jusqu'ici difficile.

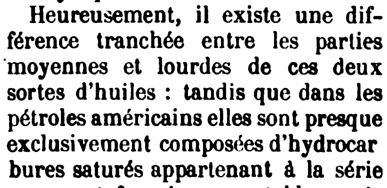


Fig. 2.

Heureusement, il existe une différence tranchée entre les parties moyennes et lourdes de ces deux sortes d'huiles : tandis que dans les pétroles américains elles sont presque exclusivement composées d'hydrocarbures saturés appartenant à la série forménique, celles des pétroles russes sont formées en notable partie d'hydrocarbures $C^{12}H^{24}$ isomères des oléfines. Ces deux séries de carbures présentent des solubilités bien différentes vis-à-vis de la solution alcoolique de chloroforme. Cette différence a servi de base au procédé de MM. Riche et Halphen.

La solution employée est composée, à volumes égaux, de chloroforme pur, anhydre, et d'alcool éthylique à 93°. Pour éviter qu'au contact prolongé de l'air cette solution change de composition, on peut se servir de la burette graduée représentée par la figure 2, dans laquelle les flacons A et C contiennent la liqueur chloroformo-alcoolique. Après avoir fait communiquer, à l'aide du robinet à trois voies R', les flacons A et C avec l'air atmosphérique, on ouvre le robinet R : le liquide de A passe dans la burette B ; quand il a légèrement dépassé le zéro,

(1) Le pétrole raffiné se vend en Amérique au gallon, qui équivaut à 2k 900, environ 4 litres et demi ; pour le pétrole brut, on n'attribue au gallon que la valeur de 2k 800, pour tenir compte aux raffineurs étrangers du coulage en cours de route.

on ferme R, et, à l'aide de R^2, on amène le niveau supérieur du liquide à l'affleurer exactement. Quand on s'est servi de la burette on tourne le robinet R^1, de manière à couper toute communication de l'appareil avec l'extérieur.

La pratique de l'essai est la suivante :

1° *Pétroles raffinés.* — On prend la densité de l'échantillon à 15°, puis on en pèse 4 grammes dans une fiole conique en verre (avec un trébuchet sensible au moins à 0gr010), et on fait couler peu à peu la liqueur alcoolique de la burette dans le vase; après chaque addition, on donne à la fiole un mouvement de rotation pour favoriser le mélange des deux liquides. Il se produit un trouble, qui va d'abord en augmentant, pour diminuer ensuite et disparaître d'un seul coup. On note alors le nombre de centimètres cubes employés. Il arrive quelquefois, pour les produits un peu lourds, que le liquide, tout en s'éclaircissant brusquement, conserve dans sa masse de légers flocons. Dans ce cas, on ajoute 0cc5 de liqueur ; si le trouble ne disparaît pas, on note le premier nombre. MM. Riche et Halphen ont reconnu de la sorte que, si les portions les plus légères des pétroles russes ont des solubilités voisines de celles des portions correspondantes des pétroles américains, pour les densités voisines de 0,800 (densité légale des huiles d'éclairage en France, d'après le décret du 19 mai 1873), la différence est très grande et la caractérisation de l'origine de l'huile est certaine par ce procédé. Ces messieurs ont dressé un tableau que publie le mémoire et qui résume les résultats de 550 essais. Nous nous sommes contenté de reproduire le graphique qu'ils ont tracé, en portant comme abscisses les densités des fractionnements, et comme ordonnées les nombres de centimètres cubes de liqueur chloroformo-alcoolique nécessaire pour dissoudre 4 grammes de chacune d'elles. Ce graphique met bien en évidence les différences en question.

2° *Pétroles bruts.* — On sait que pour évaluer le rendement des pétroles bruts, on les soumet à une distillation fractionnée. On prélève sur les 1, 2 ou 3 fractions, dont les densités sont comprises entre 0,800 et 0,820, des échantillons que l'on soumet aux essais décrits pour les pétroles raffinés.

Distinction des huiles naturelles d'avec les mélanges d'huiles raffinées et de résidus. — Pour reconnaître si un produit donné est une huile naturelle ou un mélange d'huiles raffinées et de résidus, on s'appuie sur ce fait, reconnu par MM. Riche et Halphen, que les pétroles bruts exigent, pour se dissoudre, beaucoup plus de liqueur chloroformo-alcoolique que la fraction de même densité qu'on en peut extraire par distillation. On soumet à l'essai de solubilité 4 grammes de l'échantillon à examiner, puis 4 grammes du fractionnement, retiré par distillation du même échantillon, et ayant même densité que celui-ci. Si les deux essais donnent deux nombres de centimètres cubes presque identiques, on a affaire à un mélange; s'ils donnent des nombres bien différents, on est en présence d'une huile naturelle. Comme dans ce dernier cas la différence des nombres de centimètres cubes se chiffre au moins par 5 ou 6, tandis qu'avec les mélanges d'huiles raffinées et de résidus elle ne dépasse pas 5 ou 6 dixièmes, toute indécision est impossible.

Cette méthode, d'une pratique si simple et si nette, nous semble destinée à rendre de grands services.

Gérard LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines,
Ancien élève de l'École Polytechnique.

(*A suivre.*)

HYGIÈNE

ANALYSE DE LA GLACE DESTINÉE A L'ALIMENTATION

La glace employée pour l'alimentation peut être souvent, comme l'eau elle-même, une source de dangers. On utilise, pour cette application, la glace qui se forme naturellement sur les lacs et les rivières et la glace artificielle obtenue avec les machines à gaz liquéfiés; à ces deux modes de production bien connus s'en ajoute un troisième, au moins en Amérique, où une société s'est, paraît-il, fondée récemment pour capturer les icebergs et les amener dans le port de New-York, où ils sont débités et utilisés.

Même parfaitement transparente, la glace naturelle peut être contaminée, lorsque l'eau qui la supporte l'est aussi. La glace artificielle est souvent produite avec l'eau de condensation des machines à vapeur et peut renfermer un peu d'huile provenant du cylindre : il est vrai qu'on commence généralement par faire passer cette eau à travers un filtre en charbon ; mais le filtre, une fois infecté, ce qui ne tarde pas à se produire, devient lui-même une source de dangers. La contamination peut, en outre, provenir, dans tous les cas, des matières, sciure de bois, paille ou foin, avec lesquelles on entoure la glace, des voitures ou des wagons dans lesquels on la transporte, des manipulations qu'on lui fait subir. Ces inconvénients sont d'autant plus grands que la glace ne peut être, comme la plupart de nos aliments, purifiée par la cuisson ou par l'ébullition.

Afin de soustraire les consommateurs au danger résultant de l'ingestion de glace souillée, le Laboratoire municipal de Chicago emploie la méthode d'analyse suivante, communiquée récemment à la Société chimique américaine par le professeur Ch. L. Kennicot [1].

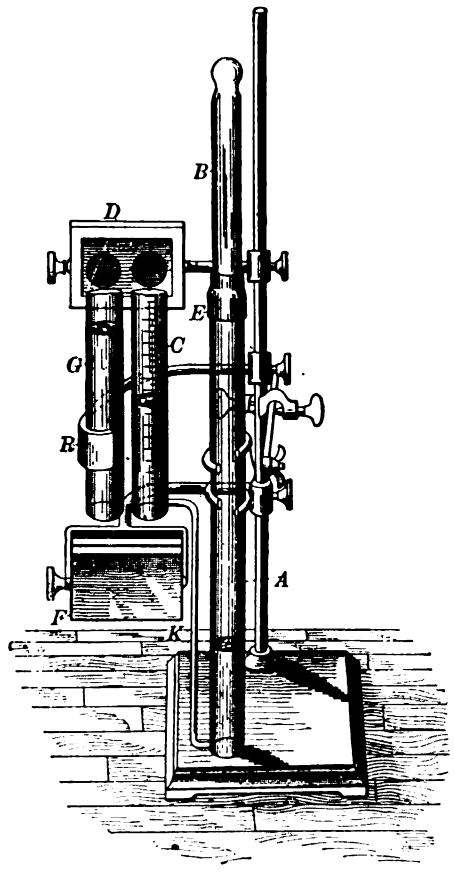


Fig. 1. — Colorimètre pour l'analyse de la glace destinée à l'alimentation.

Cette méthode nécessite l'emploi de deux instruments : un colorimètre et un appareil à distiller pour la détermination de l'ammoniaque.

Le colorimètre utilisé se compose de deux tubes C et G (fig. 1). Ce dernier, qui porte 4 traits équidistants, reçoit le liquide à examiner; il est maintenu par une pince à ressort. Le tube C, gradué en centimètres cubes, est relié par un tube de verre K avec un réservoir A muni d'un plongeur B, que maintient un anneau de caoutchouc E. Le miroir inférieur F envoie la lumière verticalement à travers les tubes; le miroir D permet d'observer les images. Pour se servir de l'appareil, on verse du liquide dans le tube G jusqu'à l'un des traits et l'on remplit le tube C et une partie du réservoir A du liquide étalon, puis on déplace le plongeur jusqu'à ce que les deux images observées en D présentent la même coloration. On note la hauteur du liquide en C et l'on fait aisément le calcul.

L'appareil pour le dosage de l'ammoniaque comprend une cornue de 1 litre, réunie par un anneau de caoutchouc avec un réfrigérant en verre ayant extérieurement 17,5 centimètres de longueur et 6,25 centimètres de diamètre. La cornue est un peu inclinée en arrière pour faire retomber les gouttelettes de liquide entraînées; pour faciliter l'ébullition, on a gravé sur le fond un grand nombre de petits points à l'acide fluorhydrique. Le Laboratoire de Chicago emploie une batterie de 16 appareils de ce genre, qui sont peu volumineux ; un aide peut faire ainsi de 40 à 60 déterminations d'ammoniaque en 7 heures.

Une analyse de glace comprend les opérations suivantes :

RÉSIDU A 100°. — Évaporer presque à siccité, sur une lame d'amiante, 500 grammes de glace, préalablement fondue; porter à 105° C., dans une étuve à air, jusqu'à ce que le poids cesse de diminuer, et peser.

PERTE AU ROUGE. — Chauffer au rouge sombre le résidu de l'opération précédente, laisser refroidir et peser. La différence des deux pesées donne la perte au rouge, c'est-à-dire les matières organiques et les produits volatils.

CHLORE. — Préparer les solutions suivantes :

A. Dissoudre 4gr789 de nitrate d'argent cristallisé dans un litre d'eau distillée; chaque centimètre cube correspond à 1 milligramme de chlore;

B. Dissoudre 5 grammes de chromate de potassium dans 100 centimètres cubes d'eau distillée et verser une solution étendue de nitrate d'argent, jusqu'à ce qu'il apparaisse un léger précipité permanent.

On verse dans un flacon 100 à 200 centimètres cubes de l'échantillon; on colore avec 4 gouttes de B, puis on dose le chlore en versant la solution A jusqu'à l'apparition d'une légère coloration rouge. On répète l'opération avec de l'eau distillée et, s'il y a lieu, on retranche le volume de liqueur A employé dans le second cas de celui qu'on a utilisé dans le premier.

(1) Pour permettre d'apprécier cette méthode dans son ensemble, nous avons cru préférable de la décrire en entier, d'après le *Scientific American*, bien que certaines parties ne diffèrent pas sensiblement des méthodes employées en France.



Ammoniaque. — Préparer les solutions suivantes :

A. Solution à 20 °/₀ de carbonate de sodium récemment calciné;

B. Dissoudre 200 grammes d'hydrate de potassium et 8 grammes de permanganate dans 1 200 centimètres cubes d'eau distillée; concentrer rapidement, par ébullition, jusqu'à 1 litre, laisser refroidir et conserver dans une bouteille bien bouchée;

C. *(Liqueur de Nessler)*. Dissoudre 35 grammes d'iodure de potassium dans 100 grammes d'eau et 17 grammes de chlorure mercurique dans 300 grammes d'eau. La seconde liqueur peut être chauffée pour faciliter la dissolution, mais on doit la laisser refroidir avant de l'employer. Mettre de côté environ 10 centimètres cubes d'iodure de potassium. Verser le chlorure de mercure dans l'iodure jusqu'à formation d'un précipité rouge. Ajouter 200 grammes de potasse et, après refroidissement, étendre à 1 litre avec de l'eau distillée. Conserver dans un flacon parfaitement bouché et à l'abri des vapeurs ammoniacales;

D. *(Eau exempte d'ammoniaque)*. Mettre dans la cornue de l'eau distillée avec un peu de la solution A de carbonate de sodium (1 °/₀ en volume); ne recueillir le produit distillé que lorsqu'il n'agit plus sur le réactif de Nessler;

E. *(Liqueur normale de chlorure d'ammonium)*. Dissoudre 15gr75 de chlorure d'ammonium, desséché sous une cloche à acide sulfurique, dans un litre de la liqueur D. Pour employer cette solution, on en prend 10 centimètres cubes, qu'on étend à un litre avec la même eau. Chaque centimètre cube de la dissolution étendue contient 0,05 milligramme de gaz ammoniac ou 0,0417 d'azote;

I. *(Ammoniaque libre)*. Mettre dans la cornue, préalablement nettoyée, un demi-litre de l'échantillon; ajouter 2 centimètres cubes de la solution A, recueillir 200 centimètres cubes dans deux ou plusieurs des tubes qui accompagnent le colorimètre;

II. *(Ammoniaque albuminoïde)*. Après la distillation de l'ammoniaque libre, écarter la lampe, ajouter au liquide qui reste dans la cornue 25 centimètres cubes de la solution alcaline de permanganate B, replacer la lampe et recueillir encore 200 centimètres cubes dans les tubes du colorimètre. Ces tubes donnent l'ammoniaque albuminoïde;

III. *(Calcul des résultats)*. Pour calculer les quantités d'ammoniaque, libre ou albuminoïde, contenues dans les deux liqueurs distillées, on se sert des solutions D et E et du colorimètre.

On fait d'abord une liqueur normale pour le colorimètre. Pour cela on mesure 10 centimètres cubes de la solution E, on verse dans un flacon jaugé de 250 centimètres cubes, on étend presque jusqu'au trait avec l'eau D, on ajoute 5 centimètres cubes du réactif Nessler, on mélange et on étend jusqu'au trait avec D.

On remplit ensuite le colorimètre avec cette solution. A chacun des tubes contenant les liquides distillés on ajoute 2 centimètres cubes de réactif Nessler; on agite avec une baguette de verre et on laisse reposer cinq minutes. On place ensuite chaque tube dans la pince R du colorimètre et l'on déplace le plongeur jusqu'à ce que les deux teintes jaunes observées dans le miroir D soient identiques. On lit, dans chaque cas, la hauteur du liquide dans le tube C et l'on multiplie le nombre de centimètres cubes lu par 0,0004. On a ainsi la quantité d'ammoniaque, libre ou albuminoïde, pour 100 000 parties.

Matières organiques (en oxygène). — Préparer les solutions suivantes :

A. Dissoudre 0gr325 de permanganate dans 1 litre d'eau distillée; la liqueur contient 0,1 milligramme d'oxygène utilisable par centimètre cube;

B. Mélanger une partie en volume d'acide sulfurique avec 3 parties d'eau distillée et ajouter une solution de permanganate jusqu'à ce que le liquide conserve, après un repos de quelques heures, une très légère coloration rose;

C. Dissoudre 4gr0317 de sulfate de fer et d'ammoniaque dans un litre d'eau distillée, légèrement acidulée par l'acide sulfurique.

Dans un flacon de 500 centimètres cubes, soigneusement lavé, on mesure 100 centimètres cubes de l'échantillon, 25 centimètres cubes de la solution A et 1 centimètre cube de B. On fait bouillir pendant 10 minutes exactement; pendant que la liqueur est encore chaude, on titre l'excès de permanganate avec la solution de sulfate C. Chaque centimètre cube de A décomposé pendant l'ébullition correspond à 0,100 partie pour 100 000 d'oxygène.

Il est bon de faire en même temps une opération à blanc avec de l'eau distillée afin d'effectuer les corrections nécessaires.

Nitrates et nitrites. — Préparer les produits suivants :

A. Solution saturée d'acide sulfanilique dans l'eau;

B. Solution saturée de naphtylamine dans l'acide chlorhydrique étendu;

C. Acide chlorhydrique;

D. Magnésium métallique en poudre;

E. Dissoudre 2gr050 de nitrite d'argent pur et sec dans l'eau chaude. Ajouter du chlorure de sodium pur aussi longtemps qu'il se forme un précipité; étendre d'eau jusqu'à 1 litre et laisser déposer le chlorure d'argent. Prendre 100 centimètres cubes de liquide clair et étendre à 1 litre : 1 centimètre cube de cette solution contient 0,05 milligramme d'anhydride azoteux ou 0,018424 milligramme d'azote.

Nitrites. — Faire l'essai de préférence avant que l'eau de fusion de la glace ait eu le temps de s'échauffer. On remplit un tube de 100 centimètres cubes avec l'échantillon à examiner, on ajoute quatre gouttes de chacune des solutions A, B, C, dans l'ordre où elles sont énumérées, et on laisse reposer 10 minutes. S'il y a des nitrites, on voit apparaître une coloration rose. Si l'on veut avoir une détermination quantitative, on fait une liqueur normale pour le colorimètre en diluant 1 centimètre cube de nitrite de sodium (solution E) à 200 centimètres cubes avec de l'eau distillée et l'on se sert de l'appareil comme plus haut.

Nitrates. — Ajouter 0gr1 de magnésium en poudre au tube qui contient l'essai des nitrites, mélanger en versant d'un tube dans un autre et laisser reposer. Le métal réduit les nitrates à l'état de nitrites et la couleur rouge apparaît. S'il y avait déjà une coloration due aux nitrites, on mesure au colorimètre l'accroissement d'intensité de cette teinte, et l'on calcule comme plus haut.

Les qualités d'un échantillon de glace, au point de vue sanitaire, se déduisent des données précédentes, comme dans une analyse d'eau. Pour l'ammoniaque, on doit être plus sévère encore que dans le cas de l'eau. La glace contenant des nitrites est nécessairement de qualité douteuse et ne doit pas être employée aux usages alimentaires. La glace ne renferme généralement que des traces de chlore, soit 1 à 2 dixièmes pour 100 000 parties. Les matières organiques, mesurées en oxygène consommé, sont à peu près constantes pour la glace pure et dépassent rarement 1 dixième pour 100 000 parties.

Julien Lefèvre,
Docteur ès Sciences physiques.

INFORMATIONS

Coussinet à billes pour wagons.

On procède en ce moment, aux États-Unis, aux essais d'un coussinet à billes pour wagons, imaginé par M. W. M. Shumway, de Chicago, et dont nous empruntons la description à la *Railway Review*. Ce coussinet (fig. 1 et 2) comporte trois rangées de dix-huit billes de

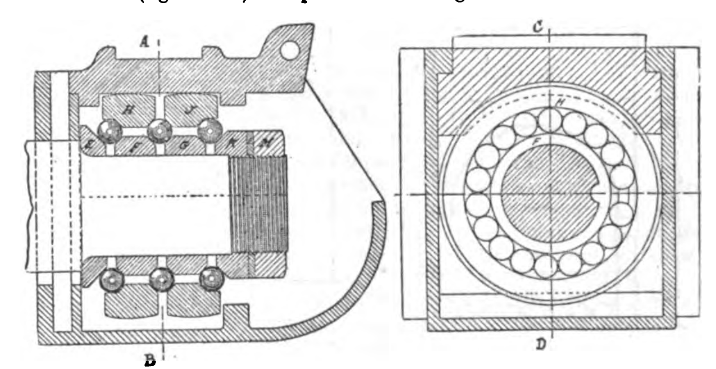


Fig. 1 et 2. — Coupes longitudinale et transversale du coussinet à billes pour wagons.

25 millimètres de diamètre, reposant sur quatre anneaux E, F, G et K, en acier trempé, dont la surface de portée forme un angle de 45° avec l'axe de la fusée.

L'anneau E est claveté solidement sur la fusée; les deux anneaux F et G peuvent se déplacer longitudinalement sur cette dernière, mais ils portent une nervure intérieure qui les oblige de tourner avec elle. Le collet K est vissé sur l'extrémité de la fusée et il sert en même temps d'écrou de réglage pour l'ensemble du dispositif; une rondelle L et un contre-écrou M claveté sur la fusée maintiennent le collet K dans la position voulue. La boîte à graisse repose sur les colliers de billes par l'intermédiaire de deux collets libres H et J, arrondis à leur partie supérieure, afin de permettre une répartition constante de la charge lorsque le véhicule passe sur des parties de la voie en dévers.

La boîte à graisse est en deux pièces et son démontage peut s'effectuer très rapidement en soulevant légèrement la caisse de la voiture; le graissage s'obtient en versant dans la boîte une quantité d'huile telle que les billes puissent y plonger entièrement lorsqu'elles parviennent au point le plus bas de leur rotation autour de la fusée. Aux essais, les billes en acier employées ont pu résister à une pression de 50 tonnes sans être écrasées; quant à leur charge effective, elle est de 900 kilogr. par bille avec un wagon de 45 tonnes; cependant, par mesure de sûreté, la disposition des billes et des anneaux est telle qu'au cas où une bille viendrait à se briser les débris pourraient tomber entre les anneaux, de manière à ne pas endommager les coussinets.

Chaudières pompéiennes.

On peut voir, au centre de la première salle du Musée national de Naples, parmi les bronzes trouvés à Pompéi, deux appareils à chauffer l'eau, catalogués sous les nos 73018 et 78673, et dont la construction présente un certain intérêt, car elle offre une grande analogie avec celle des chaudières tubulaires et des grilles à circulation d'eau actuellement en usage.

Le premier de ces appareils (fig. 1, 2 et 3) se compose d'un récipient cylindrique en bronze de 0m 30 de diamètre et 0m 48 de hauteur. Ses parois ont un peu plus de 1 mètre d'épaisseur, et, comme on n'y trouve aucune trace de joints, il est permis de supposer que la pièce

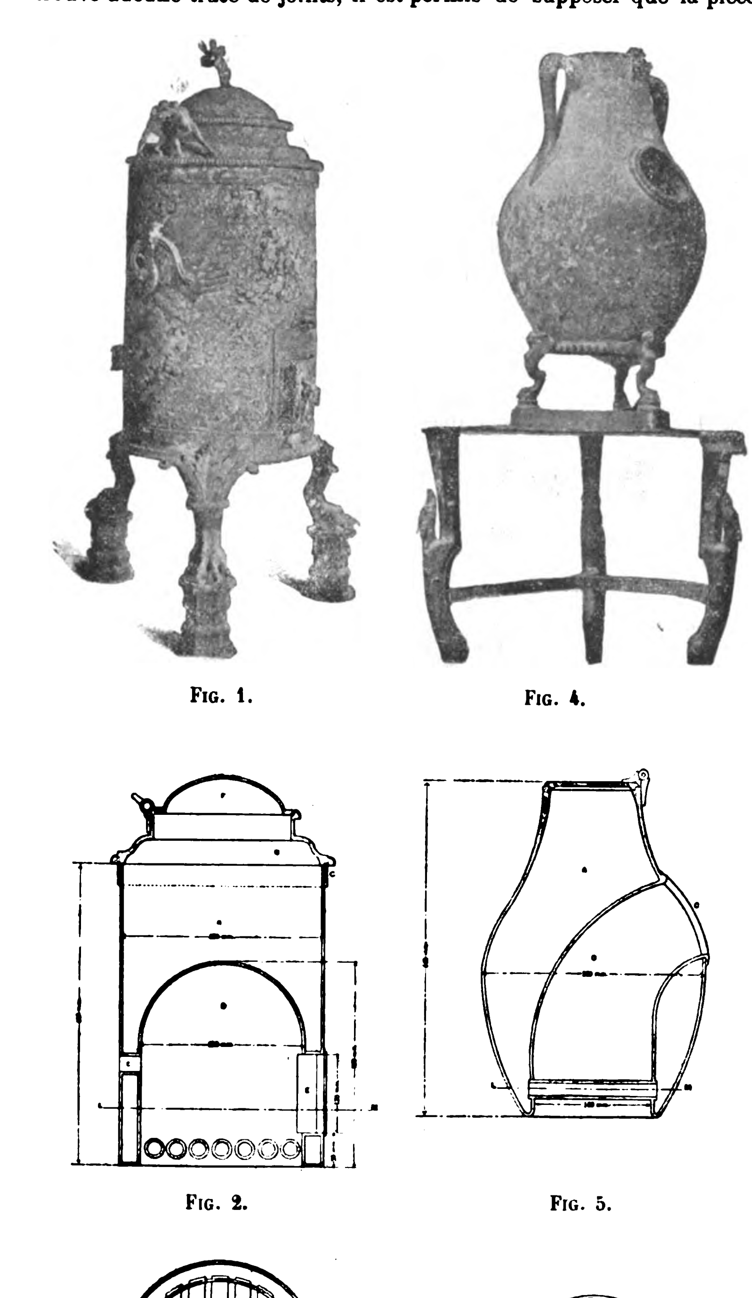


Fig. 1. Fig. 4.

Fig. 2. Fig. 5.

Fig. 3. Fig. 6.

était fondue, comme, d'ailleurs, la plupart des bronzes pompéiens. La partie inférieure du récipient est annulaire, surmontée d'un dôme ou calotte sphérique; sept tubes en cuivre coulé et brasé sont disposés horizontalement et débouchent dans la partie annulaire; une porte de chargement E et un orifice d'échappement des gaz C complètent l'appareil.

On voit que les tubes horizontaux font l'office de barreaux de grille et servent, en outre, à augmenter la surface de chauffe et à activer la circulation de l'eau.

Le couvercle est en deux pièces : une partie B (fig. 2) délicatement ornée et renforcée à sa partie inférieure par un cercle en bronze, et une partie F s'ouvrant au moyen d'une charnière. Selon toute probabilité, c'est cette deuxième partie qui servait couramment pour remplir le récipient et aussi pour le vider au moyen d'une cuiller à long manche; la partie B se retirait pour le nettoyage intérieur.

On voit, sur la figure 1, combien les anciens savaient donner, même aux objets de l'usage le plus vulgaire, l'expression du sentiment artistique qu'ils possédaient souvent à un si haut degré. Dans le récipient dont il s'agit, et qui n'est, en somme, qu'un ustensile de cuisine, on remarquera la finesse des pieds à griffe du lion et à feuilles d'acanthe, la forme élégante des anses qui s'épanouissent en forme de mains, et surtout les délicates figurines du couvercle, représentant deux groupes de lutteurs formant anses, et un amour à cheval sur un dauphin, à la partie supérieure.

Le second récipient (fig. 4, 5 et 6), qui porte le no 78673 du catalogue, est d'une forme différente et moins orné que le précédent. Il est également en bronze fondu, et porte à sa partie inférieure cinq tubes formant grille et bouilleurs. La partie D destinée au logement du charbon de bois se recourbe et vient ressortir en C. Cet orifice, toujours ouvert, permet le chargement et facilite le tirage. On remarquera que, la partie D étant recourbée et étant donnée la direction de la charnière du couvercle, on peut verser le liquide en inclinant le vase sur la gauche sans faire tomber le combustible.

C'est un Ingénieur américain, M. Bonner, qui a, l'un des premiers, appelé l'attention sur ces curieuses chaudières.

E. M.

Production des fontes, fers et aciers, en France, pendant les années 1895 et 1896.

Voici, pour les années 1895 (chiffres définitifs), et 1896 (chiffres provisoires) le tableau récapitulatif de la production française en fontes, fers et aciers :

	1895	1896	Augmentation.
	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.
Fontes d'affinage	1 530 804	1 840 341	309 537
Fontes de moulage	473 064	493 361	20 297
Production totale. .	2 003 868	2 333 702	329 834
Fers.	756 793	814 643	57 850
Aciers.	714 523	883 508	252 795

Société française des Habitations à bon marché.

La Société française des Habitations à bon marché a tenu sa septième assemblée générale, le 21 mars dernier, sous la présidence de M. H. Boucher, ministre du Commerce et de l'Industrie. Dans son discours d'ouverture, M. Picot s'est appliqué à faire ressortir le rôle de l'initiative privée dans la Société qu'il préside : celle-ci a provoqué la promulgation de la loi sur les habitations à bon marché, mais elle ne demande pas de subvention au gouvernement, ni aux corps constitués, elle ne donne son concours que lorsqu'on le lui demande, et elle évite avec un soin jaloux tout acte qui pourrait affaiblir l'esprit d'initiative chez les fondateurs de Sociétés d'habitations ouvrières.

M. Fleury-Ravarin, secrétaire général, a présenté ensuite le compte rendu des travaux de la Société. Il ressort de son mémoire que la crétion d'environ quarante Sociétés serait due à l'influence des hommes dévoués qui s'occupent de l'amélioration des petits logements sous la direction de la Société des Habitations à bon marché.

M. Levasseur a fait une intéressante communication sur la question du logement des ouvriers aux Etats-Unis. L'ouvrier américain dispose, en général, d'un plus grand nombre de pièces que celui de la vieille Europe : la moyenne des chambres d'un logement est de près de cinq. Le nombre des travailleurs propriétaires, dans les villes, des maisons qu'ils habitent est également plus considérable que dans notre pays. M. Levasseur attribue cet état de choses à l'élévation des salaires en Amérique. Les ouvriers aux Etats-Unis sont logés soit dans des maisons à étages, soit dans des habitations pour une famille. Les logements des maisons à étages se composent en moyenne de quatre pièces; ils sont desservis par des escaliers bien éclairés et souvent aussi par des monte-charges. Les marches d'escaliers sont en matériaux solides et incombustibles; les ordures menagères sont envoyées, à l'aide d'une canalisation spéciale dite « trou à ordures », dans des récipients placés dans les caves. Les maisons pour une famille sont très confortables, mais elles coûtent cher : leur prix varie de 7 000 à 12 000 francs.

En Amérique, il existe beaucoup de bouges comme en France, mais le gouvernement fait de grands efforts pour les détruire. Une vaste enquête organisée par une commission administrative a signalé le mal et les mesures à prendre pour atténuer les pernicieux effets de l'encombrement.

Après la proclamation des récompenses décernées par la Société des Habitations à bon marché, M. H. Boucher a pris la parole pour remercier ses membres de l'utile concours qu'ils apportent à l'œuvre de la réforme du logement que son ministère a prise sous son patronage, et pour insister sur les avantages qu'il y aurait à faire répandre dans les villes comme dans les campagnes des plans et des devis de petits logements économiques satisfaisant aux règles de la bonne construction.

C.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 19 mars 1897.

Présidence de M. Ed. LIPPMANN, Président.

M. J. FLEURY prend la parole pour une communication complémentaire de celle qu'il a faite précédemment (1) sur *l'Eau à New-York.*

M. Fleury rappelle qu'il avait fait remarquer, dans sa communication du mois de juillet 1896, que le coefficient de 16 kilogr. par centimètre carré admis par les Ingénieurs américains pour la résistance à la compression sur le parement aval du grand barrage de Quaker-Bridge, était sensiblement plus élevé que ceux adoptés dans la construction des ouvrages français les plus soignés, tels que ceux du Chartrain et de Ternay, où les coefficients sont respectivement de 11 et de 12 kilogrammes.

Il communique à la Société une lettre qu'il a reçue de M. Fteley relativement à cette question de la résistance à la compression et contenant les raisons qui font croire à ce dernier qu'il n'y a aucun risque à courir.

M. E. MAGLIN fait une communication sur *la Fonte du bronze d'art.*

M. Maglin fait d'abord un rapide historique de l'art de travailler le bronze depuis les premiers temps de l'humanité; il décrit la fabrication du bronze et s'attache plus particulièrement au moulage à cire perdue. Il expose ensuite le procédé de M. Le Bourg, basé sur ce fait que la gélatine, additionnée de glycérine et de glucose, conserve à l'air une élasticité durable. Ce procédé permet d'obtenir un nombre considérable d'exemplaires identiques, et supprime l'intervention de l'artiste, du ciseleur et du monteur en bronze.

Quant aux alliages employés, ce sont les mêmes que ceux des procédés ordinaires; mais on peut couler le bronze plus chaud. Avec un même moule, on peut faire environ cent reproductions, mais il faut refaire des moules de gélatine après cinq ou six opérations.

M. E. HORN fait une communication sur *l'Inauguration du Canal des Portes-de-Fer.*

M. Horn fait l'historique des opérations effectuées aux Portes-de-Fer depuis les Romains jusqu'au moment où la Hongrie se chargea, à la suite du traité de Berlin de 1878, de faire, à ses frais, tous les travaux de régularisation pour rendre le Danube complètement navigable. Il résume ensuite le travail effectué, dans chacune des sections, entre O Moldova et Turn-Severin.

E. B.

Académie des Sciences.

Séance du 22 mars 1897.

Physique. — 1° *Sur les chaleurs latentes de vaporisation et la loi de van der Waals.* Note de M. Georges DARZENS, présentée par M. A. Cornu.

2° *Stéréoscopie de précision appliquée à la radiographie.* Note de MM. E. MARIE et H. RIBAUT.

1° Les trois dimensions de l'objet sont réduites à deux dans la photographie. En outre, les images obtenues, étant analogues à celles de corps vus uniquement par transparence, ne donnent aucune indication de relief. Leur examen ne permet donc pas d'apprécier la forme des surfaces et de connaître l'ordre de superposition des divers plans de l'objet. Ce dernier point constitue un défaut grave, surtout pour l'application au diagnostic;

2° La faible distance qui sépare le tube producteur de rayons X de la plaque sensible entraîne généralement la déformation de l'image. La déformation est d'autant plus grande que l'objet est plus épais et le tube plus près de la plaque.

Ces inconvénients rendent souvent l'interprétation des clichés très difficile et limitent beaucoup les indications qu'on peut en tirer. La stéréoscopie, en permettant de voir les objets dans l'espace, vient combler cette lacune; mais, pour que le but soit complètement atteint, il est nécessaire de voir l'objet reconstitué semblable à l'objet radiographié, c'est-à-dire de faire de la stéréoscopie de précision. Cette dernière seule pourra donner une vision exacte des formes des objets et des rapports des organes qui les constituent.

Chimie minérale. — 1° *Action du nickel sur l'éthylène.* Note de MM. Paul SABATIER et J.-B. SENDERENS.

Les expérimentateurs ont fait agir l'éthylène sur le nickel obtenu en réduisant l'oxyde par l'hydrogène. Aucun effet ne se produit à froid, mais vers 300°, le nickel foisonne en donnant une matière noire très volumineuse qui est du charbon léger. Les gaz recueillis sont constitués par un mélange d'hydrogène et de carbures forméniques. La réaction principale réalisée par le nickel sur l'éthylène est le dédoublement

$$C^2H^4 = C + CH^4.$$

2° *Recherches sur les sables monazités.* Note de MM. G. URBAIN et E. BUDISCHOVSKY, présentée par M. Friedel.

Chimie analytique. — *Une réaction de l'oxyde de carbone.* Note de M. A. MERMET, présentée par M. Friedel.

Rechercher l'oxyde de carbone dans l'air et le caractériser facilement, tel est le problème de chimie pratique intéressant l'hygiène que s'est proposé M. Mermet.

Après des essais très nombreux et très variés, il a trouvé qu'une solution faible de permanganate de potassium acidulée par l'acide azotique se décolorait sous l'influence de l'oxyde de carbone; en ajoutant de l'azotate d'argent, la décoloration était accélérée. Avec de l'air au $^1/_{500}$ et $^2/_{10000}$, la décoloration de la liqueur rose survient en un temps qui varie de une à vingt-quatre heures.

On peut, au moyen de ce nouveau réactif, se prononcer avec certitude sur la présence ou l'absence, dans l'air, des plus faibles traces d'oxyde de carbone.

Les expériences de M. Mermet l'ont naturellement amené à rechercher les causes qui font disparaître les énormes masses d'oxyde de carbone continuellement rejetées dans l'atmosphère. Ce gaz se transforme-t-il immédiatement et exclusivement en acide carbonique? Passe-t-il par le degré d'oxydation intermédiaire? En un mot, existerait-il de l'acide oxalique dans l'air? Pour répondre à cette question, il a recueilli de l'eau de pluie au milieu d'un parterre, loin des arbres pour éviter les principes solubles que les branches pourraient céder. Le volume du liquide ayant été réduit, les acides azotique et sulfurique ont été reconnus, et quelques essais d'analyse microchimique, assez nets, lui ont permis de caractériser des traces d'acide oxalique sous forme de sel calcique.

Chimie industrielle. — *Sur un nouveau mode d'emmagasinement de l'acétylène.* Note de MM. Georges CLAUDE et Albert HESS, présentée par M. d'Arsonval.

Ce nouveau mode d'emmagasinement de l'acétylène repose sur la propriété que possède ce gaz d'être très soluble dans les liquides, surtout sous l'influence d'une forte pression. A la pression ordinaire et à la température de 15°, l'acétone dissout déjà vingt-cinq fois son volume d'acétylène. Sous 12 atmosphères, 1 litre d'acétone dissout environ 300 litres de gaz acétylène, ce qui correspond pratiquement à la décomposition de 1 kilogr. de carbure de calcium.

La solubilité de l'acétylène dans l'acétone diminue de moitié environ lorsque la température passe de 15° à 50°. Comme conséquence, la pression d'un récipient chargé passe du simple au double pour une élévation de température voisine de 30°. Cette variation est bien inférieure à celle de l'acétylène liquide, qui passe de 24 à 70 atmosphères pour une élévation de température de 18° seulement, ce qui contraint à l'emploi de vases à parois très épaisses.

Avec l'acétylène dissous, au contraire, comme on peut se limiter à volonté à des pressions très faibles, on est amené à des récipients métalliques à parois très minces, peu dangereux en cas de rupture, très légers et permettant, de par cette légèreté, d'emmagasiner par unité de poids total plus d'acétylène que la liquéfaction. Il est intéressant, à ce propos, de noter que le coefficient de dilatation de l'acétylène dissous, quoique variable avec la pression, ne ressemble en rien à celui de l'acétylène liquide, ce qui permet d'utiliser beaucoup mieux les récipients en les remplissant presque complètement sans crainte de rupture.

Minéralogie. — *Sur le rôle des phénomènes d'altération superficielle et de remise en mouvement dans la constitution des gisements métallifères.* Note de M. L. DE LAUNAY, présentée par M. Michel Lévy.

E. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 16, p. 256.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AGRICULTURE

La Jachère et son utilité. — Le premier fascicule pour 1897 du *Bulletin du Museum d'Histoire naturelle* renferme une note de notre éminent collaborateur, M. P. DEHÉRAIN, sur la jachère et ses effets en agriculture. Des expériences faites par M. Dehérain, il résulte que la pratique de la jachère (assolement triennal : deux ans de travail, un an de repos) favorise la formation des nitrates parce qu'elle maintient les terres humides, et les terres en jachère ont la tendance à rester humides parce qu'elles ne sont pas soumises à l'énorme déperdition d'eau qui accompagne la croissance des plantes herbacées. Toutefois, M. Dehérain ne conclut pas pour cela à la pratique de la jachère car, maintenant que nous avons les engrais à bon compte, il est bien plus avantageux de les utiliser que de laisser la terre improductive pendant un an. « Il est curieux, dit le savant agronome, de constater que, par un simple empirisme, à force d'observations répétées, nos aïeux aient su faire naître dans leurs terres le plus puissant des agents de fertilité, le nitrate. Ils croyaient que, pendant cette année sans récolte, la terre se reposait, tandis qu'au contraire le travail y était actif, et les ferments y préparaient l'abondance des récoltes futures. »

GÉOLOGIE

L'œuvre scientifique de M. A. Daubrée. — Dans une notice nécrologique succincte, le *Génie Civil* a déjà rappelé (1) l'importance des travaux accomplis par le regretté A. Daubrée, ancien Inspecteur général et Directeur de l'Ecole nationale des Mines. La *Revue scientifique*, du 13 mars 1897, publie, sous la signature autorisé de M. Stanislas MEUNIER, une étude et très complète de l'œuvre de l'éminent géologue. L'auteur, qui a été, dans certains cas, le collaborateur de Daubrée, fait remarquer que l'une des préoccupations de ce savant était de demander à l'expérimentation synthétique un contrôle et une extension des données de l'observation pure et simple.

MINES ET MÉTALLURGIE

Carbure de fer dans l'acier recuit. — L'*Oesterreichische Zeitschrift für Berg und Hüttenwesen* du 27 février 1897, donne la description d'expériences faites par MM. MYLINS, FÖRSTER et SCHŒNE pour déterminer les propriétés du carbure de fer.

Ces recherches ont amené les expérimentateurs aux conclusions suivantes :

1° L'acier recuit paraît être un mélange de fer cristallisé et de carbure de fer également cristallisé;

2° Le carbure de fer doit avoir pour formule, d'après ces expériences, Fe^3C; il est analogue au carbure de manganèse Mn^3C, mais ce dernier se montre moins réfractaire aux dissolvants;

3° Le carbure de fer n'est pas insoluble dans les acides étendus;

4° Il est dissociable par la chaleur en carbone et en fer, mais le carbure se reforme par un refroidissement lent.

Galeries de mines ogivales. — La *Revue du Génie militaire*, de février 1897, analyse un mémoire paru dans la *Revue de l'armée belge* et dans lequel l'auteur propose de donner aux galeries de mines une section ogivale. Cette idée a déjà été émise, il y a près de quarante ans, par un colonel de l'armée autrichienne, mais elle ne paraît pas avoir trouvé beaucoup d'adhérents. La section ogivale a l'avantage, il est vrai, de comporter un moindre déblai pour la même hauteur, mais dans les galeries ordinaires, l'espace compris entre la tête de l'homme et les angles des montants et de leur chapeau n'est pas perdu puisqu'il sert à loger les tuyaux de ventilation. Dans les galeries ogivales il faudrait loger ces tuyaux au sommet, et il en résulterait souvent l'obligation d'accroître leur hauteur, ce qui rendrait très problématique l'économie de section.

Rallumage des lampes de sûreté. — Depuis déjà longtemps on a appliqué aux lampes de sûreté des dispositifs permettant de les rallumer dans un mélange inflammable ou explosible sans crainte d'accidents. Pour les lampes à huile on emploie des allumettes placées dans l'intérieur de la lampe et

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 7, p. 110.

pouvant être enflammées par un appareil à friction manœuvré de l'extérieur, tandis que, pour les lampes à essence minérale, on emploie plutôt des amorces également placées à l'intérieur de la lampe et enflammées par percussion. Les *Annales des Mines*, de février 1897, contiennent le rapport présenté par M. Chesneau, Ingénieur des Mines, à la Commission du grisou, dont il est secrétaire, sur les « expériences faites sur les lampes de sûreté à rallumeur, système E. Guichot ». M. Guichot avait soumis à la Commission deux systèmes de lampes : une lampe à huile munie d'un rallumeur à allumettes-bougies et des lampes à essence minérale munies de rallumeurs à amorces. M. Chesneau estime que, sauf quelques légers défauts faciles à faire disparaître dans une fabrication courante, les rallumeurs système E. Guichot ne diminueraient pas la sécurité des lampes sur lesquelles ils sont appliqués.

MÉCANIQUE

Calcul des ponts en treillis. — Dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, de décembre 1897, M. Mesnager, Ingénieur des Ponts et Chaussées, étudie une « Disposition d'assemblage destinée à réduire à une valeur négligeable les efforts secondaires qui se produisent dans les treillis à attaches rigides ». D'après l'auteur, le système qu'il préconise se prêterait à un montage facile et n'entraînerait pas de difficultés de construction. Il permettrait, sans complication, l'emploi de montants creux et cylindriques, ou à peu près, ce qui constituerait une forme plus rationnelle et plus économique que la forme en croix. M. Mesnager a étudié l'application pratique de son système à un pont de 54m 50 de portée et les planches jointes à son mémoire montrent bien que sa réalisation ne présenterait pas de difficultés.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Origine de l'éclat fourni par la flamme des hydrocarbures. — Le *Moniteur scientifique*, de mars 1897, contient une conférence faite par M. Lewes, à la Société chimique d'Aix-la-Chapelle, sur « l'origine de l'éclat fourni par la flamme des hydrocarbures ». L'auteur explique d'abord que, dans la zone froide et non lumineuse de la flamme, les différents hydrocarbures qui composent le gaz d'éclairage ne sont pas modifiés mais que ces mêmes hydrocarbures se transforment en acétylène au contact de l'enveloppe chaude qui entoure cette première zone. Au point où l'éclairement commence la proportion d'hydrocarbures qui se trouvent déjà transformés en acétylène dépasse 80 %. La présence d'acétylène en ce point de la flamme laisse donc supposer que ce gaz joue un rôle prépondérant dans le phénomène de l'éclat et pour élucider cette question M. Lewes a entrepris une serie de recherches desquelles il résulterait que :

1° L'éclat des flammes d'hydrocarbures est *principalement* dû à la localisation de la chaleur de décomposition de l'acétylène sur les produits mêmes de cette décomposition, c'est-à-dire l'hydrogène et le carbone ;

2° Que cette localisation varie avec la rapidité de dissociation. Cette rapidité dépend elle-même de la flamme et du degré de délution de l'acétylène ;

3° La température moyenne de la flamme, qui résulte de la chaleur de combustion des gaz, ne suffit pas à amener l'incandescence des particules de carbone mises en liberté.

Calcul des cheminées d'usines. — La *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, du 6 mars, publie une communication de M. Bassine sur le calcul et la construction des cheminées d'usine. L'auteur considère une cheminée comme une poutre verticale encastrée à sa base et détermine les conditions limites des efforts de pression et de traction dans les différentes coupes horizontales. Il recommande de donner au profil extérieur des cheminées un fruit de 3 à 5 centimètres par mètre et de les construire en étages de 5 à 6 mètres de hauteur ; l'épaisseur des parois de chaque étage doit être constante et inférieure de 4 à 6 centimètres à celle de l'étage précédent. Le socle, de préférence octogonal, doit avoir comme hauteur le cinquième de celle de la cheminée ; le soubassement en forme de pyramide à base carrée ne doit pas avoir les pans inclinés à moins de 45° et la longueur de sa base varie entre le septième et le huitième de la hauteur de la cheminée.

TRAVAUX PUBLICS

Les premiers ponts métalliques. — Dans la chronique du *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, M. A. Mallet donne, d'après un article de M. Mehrten paru dans le *Stahl und Eisen*, un intéressant historique des premiers ponts métalliques. Suivant M. Mehrten, l'idée d'employer le métal dans la construction des ponts paraît être d'origine italienne et remonter au XVIe siècle. Toutefois, c'est en Angleterre que la première réalisation de cette idée a eu lieu, de 1776 à 1779, par la construction du pont de Coalbrookdale, sur la Severn, pont qui est constitué par une seule arche en fonte de 30m 50 d'ouverture et qui est encore aujourd'hui en parfait état. Le premier pont métallique établi sur le continent est celui de Laasan, en Silésie ; il comporte une arche en fonte de 12 mètres d'ouverture et a été construit en 1796. Les premiers ponts en fonte construits en France sont le pont d'Austerlitz, commencé en 1801 et terminé en 1806, et le pont des Arts qui date de 1801.

DIVERS

Les Établissements Armstrong. — Nous avons signalé [1] la notice historique publiée par la *Revue générale des Sciences*, du 15 février 1897, sur l'usine Krupp. Le numéro du 15 mars de la même revue contient une étude succincte sur les grands établissements anglais Armstrong, dans laquelle l'auteur indique leur origine et leur situation actuelle.

On sait que ces établissements se trouvent sur les bords de la Tyne, un peu en amont de Newcastle, à Elswick. Leur fondateur, lord Armstrong, était, à l'époque de la guerre de Crimée, ingénieur-hydraulicien. Frappé des inconvénients de la fonte comme métal à canon, il songea, dès cette époque, à lui substituer le fer forgé, puis l'acier, lorsque celui-ci put être obtenu dans des conditions convenables. Aujourd'hui, les établissements Armstrong occupent, sur la rive gauche de la Tyne, une superficie de 32 hectares et se divisent en quatre départements : aciéries, constructions diverses, artillerie et chantiers de constructions navales. Ils occupent 16,000 ouvriers et peuvent fournir des grands navires de guerre entièrement équipés. Ils ont créé une succursale sur les bords du golfe de Naples qui n'emploie pas moins de 1 500 ouvriers. Enfin, ils viennent de fusionner, tout récemment, avec les établissements Whitworth, jadis leurs rivaux en artillerie et aujourd'hui encore à la tête de la métallurgie de l'acier et de la fabrication des machines-outils.

Photographie. Procédé à l'albumine pure. — Le *Bulletin de la Société française de photographie*, du 1er mars 1897, contient un exposé détaillé d'une « méthode opératoire du procédé à l'albumine pure » par M. A. Blanc. Le Comité de rédaction du *Bulletin* a accueilli ce mémoire non seulement à cause de l'intérêt qu'il présente mais aussi à cause du petit nombre de documents qui existent sur ce sujet.

La disparition des écrevisses européennes. — Dans un article paru dans la *Nature* du 27 février 1897, M. H. Coupin, après avoir donné de curieux et intéressants détails sur les écrevisses qui vivent dans nos rivières, indique les différentes causes pour lesquelles ces crustacés sont en train de disparaître et les moyens d'y remédier. D'après l'auteur, la principale cause de disparition réside non dans les maladies auxquelles les écrevisses sont sujettes, mais dans la trop grande consommation qui s'en fait depuis un certain nombre d'années et dans un braconnage immodéré qui dépeuple rapidement les rivières. Ce braconnage paraissant difficile à empêcher, par suite de la grande facilité avec laquelle se fait la pêche des écrevisses, le meilleur moyen de constituer un approvisionnement régulier serait l'élevage artificiel. Cet élevage peut être fructueux, mais il exige l'immobilisation d'un capital pendant un certain temps car les écrevisses ne se reproduisent qu'à partir de leur cinquième année. M. Coupin signale des essais qui se font dans ce sens à la station agricole de Fécamp, avec des écrevisses de provenance américaine qui, dit-on, sont réfractaires aux maladies de leurs congénères européennes.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 17, p. 272.

Ouvrages récemment parus.

Théorie de la stabilité des Locomotives, par J. Nadal, Ingénieur des Mines. — 1 vol. in-8 de 185 pages, avec 32 figures dans le texte et 4 planches (Extrait des *Annales des Mines*). — Ve Dunod et P. Vicq, éditeurs, Paris, 1896.

L'étude que présente M. Nadal sur la *Théorie de la stabilité des locomotives* a déjà paru dans les *Annales des Mines* (livr. d'avril, août et septembre 1896). Le but de cette étude est de déterminer le mouvement réel d'une locomotive en marche, en tenant compte de toutes les influences qui agissent sur lui. Dans une première partie, l'auteur étudie les oscillations du bâti d'une locomotive sur les ressorts. Il part d'un cas théorique simple, pouvant être résolu par le calcul, et qui conduit à des solutions de cas plus compliqués, approximatives il est vrai, mais suffisamment exactes pour la pratique. M. Nadar montre en particulier que l'amplitude des oscillations des ressorts passe, pour une machine déterminée, par un maximum pour une certaine vitesse qui se trouve être, dans bien des cas, la vitesse usuelle de marche.

Dans une deuxième partie, l'auteur étudie plus spécialement le mouvement de lacet et les forces qui le déterminent. Il tient compte, pour cela, des divers éléments qui entrent en jeu : vitesse, type, moment d'inertie, empattement de la machine ; répartition du poids sur les roues ; jeu des essieux ; mode d'attelage ; action des tampons et du train ; jeu, déclivité et état de la voie, etc.

M. Nadal pense pouvoir faire ressortir de son étude qu'il est possible de déterminer complètement l'allure et le caractère, quelquefois d'apparence capricieuse, d'une locomotive.

Die Eisenbahn-technik der Gegenwart, publié sous la direction de MM. Blum, von Berries et Barkhausen (Tome Ier). — Un volume in-8° de 368 pages, avec 482 figures et 8 planches hors texte. — C. W. Kreidels, éditeur, Wiesbaden, 1897. — Prix : **11,60** marks.

Cet ouvrage est le premier volume d'une encyclopédie entreprise par MM. Blum, Berries et Barkhausen avec la collaboration de nombreux Ingénieurs allemands et destinée à renseigner les techniciens sur l'état actuel des différentes branches de l'industrie des chemins de fer. L'ouvrage tout entier comportera trois parties principales ; la première comportera l'étude du matériel roulant et des ateliers de construction ; la seconde sera consacrée à la construction des chemins de fer : études, infrastructure, installations des gares, signaux et appareils de sûreté ; enfin la troisième partie sera réservée à l'exploitation et à l'entretien des chemins de fer.

Ce premier volume, entièrement consacré à l'étude des locomotives, comporte onze chapitres ; dans le premier, les auteurs décrivent les différents types de locomotives en les classant par catégories bien définies ; les deux chapitres suivants sont consacrés à l'étude et au calcul théorique de la locomotive ; le quatrième chapitre est réservé tout entier à la construction des chaudières et de leurs différents organes accessoires ; le cinquième chapitre contient la description des organes de suspension : roues, essieux, ressorts, boîtes à graisse, bogies, etc. ; les deux chapitres suivants sont consacrés l'un à l'étude des organes moteurs, l'autre à l'étude théorique et pratique des locomotives compound ; le huitième chapitre renferme la description détaillée des organes accessoires des locomotives : registre, soupapes de sûreté, injecteurs, graisseurs, etc.

Le chapitre suivant est réservé tout entier à l'étude des tenders.

Enfin, des deux derniers chapitres l'un est consacré à l'étude des locomotives à crémaillère et l'autre à celle des locomotives de tramways et de chemins de fer à voie étroite.

Cette étude générale des locomotives, très bien ordonnée et présentée dans son ensemble, est plus spécialement consacrée à l'examen des types appartenant aux différents réseaux de l'union des chemins de fer allemands ; néanmoins, les Ingénieurs français pourront y puiser de nombreux renseignements et se rendre compte des progrès réalisés dans la construction des locomotives par les différentes compagnies étrangères.

Le Génie Civil *publie une analyse de tous les ouvrages techniques dont on lui fait parvenir deux exemplaires.*

Le Gérant : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 23. N° 774. Samedi 10 Avril 1897.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Métallurgie** : Nouvelle installation de hauts fourneaux de la Carnegie Steel C°, à Duquesne (Pensylvanie) (*planche XXIII*), p. 353; Eugène Maglin. — **Électricité** : Transmission de la puissance motrice à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer (*suite et fin*), p. 358; G. Dumont et G. Baignères. — **Travaux publics** : Travaux du port de Constantza (Roumanie), p. 361; G. Richou. — **Mécanique** : Transporteurs pneumatiques pour la manutention des grains, p. 362. — **Chimie industrielle** : Le Pétrole. Gisements, essais des huiles, épuration, principales applications industrielles (*suite*), p. 365; Gérard Lavergne. — **Tramways** : Tramway automobile avec moteur à gazoline, p. 367. — **Jurisprudence** : Observations pratiques à propos de la loi sur la saisie-arrêt des salaires et petits traitements, p. 367; Max Delastre. — **Informations** : Purification des eaux ferrugineuses, p. 369. — Ventilation des wagons, p. 369. — Arrêt automatique pour machines à vapeur, p. 370. — Statistique des chemins de fer et tramways électriques européens, p. 370. — Nouvelle locomotive à gaz, p. 370. — La colonisation et l'industrie au Mexique, p. 370. — Appareil pour la recherche des projectiles égarés dans le corps humain, p. 370. — Varia, p. 370.

Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences, séance du 29 mars 1897, p. 371.

Bibliographie. — Revue des principales publications techniques, p. 371. — Ouvrages récemment parus, p. 372.

Planche XXIII : Hauts fourneaux de la Carnegie Steel C°, à Duquesne (Pensylvanie).

MÉTALLURGIE

NOUVELLE INSTALLATION DE HAUTS FOURNEAUX de la Carnegie Steel C°, à Duquesne (Pensylvanie).

(*Planche XXIII.*)

Les grands établissements métallurgiques Carnegie, aux États-Unis, viennent de construire à Duquesne (Pensylvanie) une usine très considérable, destinée à la fabrication de la fonte de fer, principalement pour l'approvisionnement de leurs aciéries. Les hauts fourneaux installés dans cette nouvelle usine semblent présenter des améliorations assez sensibles sur ceux du système Thompson principalement en usage jusqu'à ce jour en Amérique. De plus, les moyens de réaliser d'une façon économique et pratique l'énorme manutention que nécessite une usine de cette importance, ont été étudiés avec le plus grand soin. Nous croyons donc intéressant de donner quelques renseignements sur cette puissante installation, en utilisant à cet effet les documents que nous a obligeamment communiqués notre confrère américain *The Iron Age*.

Il était indispensable que ces nouveaux hauts fourneaux fussent placés à proximité des aciéries que la Carnegie Steel C° possède déjà à Duquesne; c'est cette considération qui a dicté le choix de leur emplacement, bien que le sol bas et marécageux fût peu favorable à l'établissement d'une construction de cette importance. On a été obligé

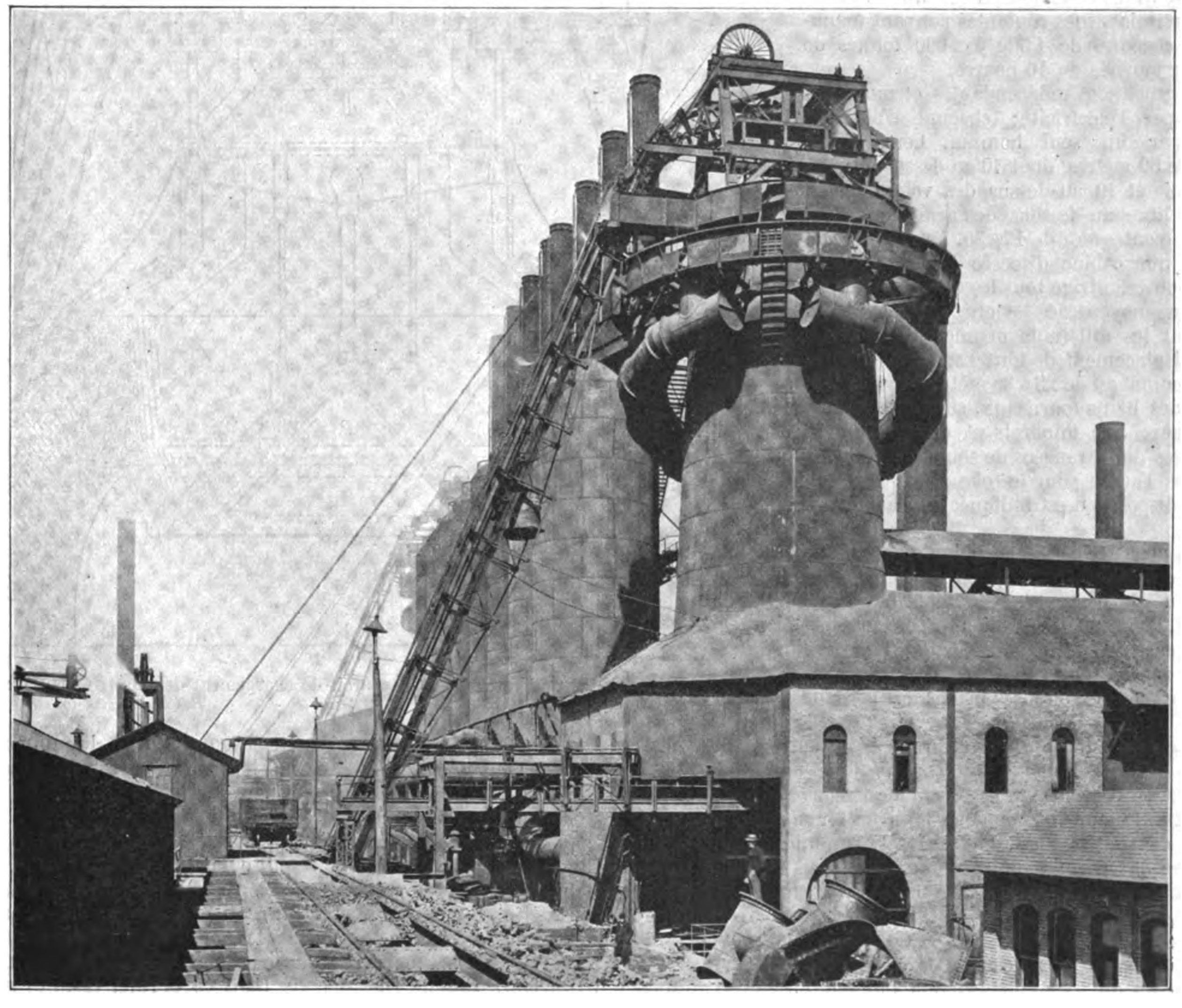


Fig. 1. — Hauts fourneaux de la Carnegie Steel C°, a Duquesne (Pensylvanie) : Vue d'une batterie de deux hauts fourneaux avec leurs huit récupérateurs.



d'élever sur pilotis toutes les fondations principales; notamment sous la première batterie, qui comprend deux hauts fourneaux et leurs huit récupérateurs, les pilotis ont été descendus jusqu'au roc, à 13 mètres environ plus bas que le fond du lit de la rivière. Après avoir recepé la tête des pieux bien au-dessous du niveau des basses eaux, pour éviter leur détérioration, on a surmonté les pilotis d'un plancher formé de rails entre-croisés, sur lequel a été établi ensuite une solide fondation en béton jusqu'au niveau du foyer du haut fourneau.

Les fondations de cette première batterie, constituent un bloc d'une seule pièce dont le poids est évalué à 50 000 tonnes.

L'installation actuelle comporte quatre hauts fourneaux; l'emplacement est réservé pour en établir deux autres ultérieurement. Ces hauts fourneaux, disposés par groupes de deux, sont complétés chacun par quatre récupérateurs, une halle de coulée et un bâtiment pour les chaudières. Comme on peut s'en rendre compte sur le plan général (fig. 1, pl. XXIII), il existe, en outre, un bâtiment pour les pompes, au bord de la rivière Monongahela, une usine électrique produisant la force et la lumière nécessaires, et diverses constructions accessoires.

Les aciéries de Duquesne, qui sont situées à peu de distance du haut fourneau n° 1, sont desservies par un système de voies ferrées figuré sur le plan.

Approvisionnement et manutention des matières premières. — Sur tout le front de la rangée des hauts fourneaux, c'est-à-dire sur une longueur de 330 mètres, s'étend le parc aux minerais, qui mesure 90 mètres de largeur. Ce parc, établi environ à 9 mètres en contre-bas du niveau général, est entouré de murs de soutènement très puissants. Il peut contenir 600 000 tonnes de minerai et est desservi par trois grues roulantes pouvant manutentionner chacune de 1 500 à 2 000 tonnes de minerai par journée de 10 heures.

Ces trois grues sont indépendantes et mues entièrement par l'électricité; chacune d'elles est conduite par un seul homme. Leur portée totale est de 80 mètres, dont 70 au-dessus du parc aux minerais et 10 au-dessus des voies ferrées. La hauteur libre au-dessous des armatures inférieures des poutres est de $17^{m}50$. Le mécanicien, placé dans une cabine disposée au-dessus de la machine motrice, dirige tous les mouvements de la grue au moyen de leviers appropriés qui commandent les différents organes moteurs. La vitesse de déplacement de tout l'appareil dans le sens longitudinal est de 25 à 30 mètres par minute.

Du côté des hauts fourneaux, sur toute la longueur du parc aux minerais et en contre-haut sont disposées deux rangées de soutes, l'une pour les minerais, l'autre pour le coke et la pierre calcaire. Cette disposition est indiquée sur la figure 5 (pl. XXIII).

Avant de procéder à la description de cette installation, nous signalerons qu'on a eu soin de drainer l'eau à la partie basse, dans le but de se mettre à l'abri des inconvénients pouvant résulter des crues de la Monongahela, qui, tout dernièrement encore, ont causé des dégats considérables dans les nombreuses usines qui bordent ses rives.

Dans l'angle du parc le plus voisin du haut fourneau n° 1 est foré un puits de $3^{m}30$ de diamètre qui communique, par un tuyau situé à une profondeur de un mètre environ au-dessous du niveau général, avec l'égout collecteur qui s'étend le long des fourneaux, entre ceux-ci et le mur de soutènement. Ce tuyau de communication est muni d'une vanne qui permet de l'obturer. Au-dessus du puits est une pompe centrifuge actionnée par une machine à vapeur, pour épuiser l'eau en cas de besoin.

Dans les circonstances ordinaires l'eau s'écoule naturellement dans l'égout; mais quand le niveau de la rivière arrive à un mètre environ du niveau du parc, on ferme la vanne et on épuise au moyen de la pompe.

Il y a, comme nous venons de le dire, deux séries de soutes; celle qui est la plus éloignée des fours comprend 36 soutes disposées sur une seule ligne. Toutes ces soutes sont très solidement construites, avec un fond à double pente pour permettre la chute du minerai qu'elles contiennent; de plus, dans le sens de leur longueur elles sont divisées en deux compartiments, l'un du côté du parc, l'autre du côté du fourneau. L'angle de talus du minerai étant de 35°, on a donné au fond des soutes une inclinaison un peu supérieure, c'est-à-dire de 45°.

La ligne entière est desservie par deux voies ferrées.

Le minerai arrive en wagons à bascule et est conduit sur les voies ferrées situées au-dessus des soutes. S'il doit être mis en stock, on le fait tomber dans les soutes situées du côté du parc; de là il est repris dans les bennes qui, saisies par le convoyeur, sont vidées automatiquement sur le tas de minerai. Si, au contraire, le minerai doit être immédiatement employé, on fait basculer le wagon du côté du compartiment des soutes qui fait face au haut fourneau, de manière à l'amener directement à ce dernier au moment voulu, par le procédé que nous décrirons plus loin.

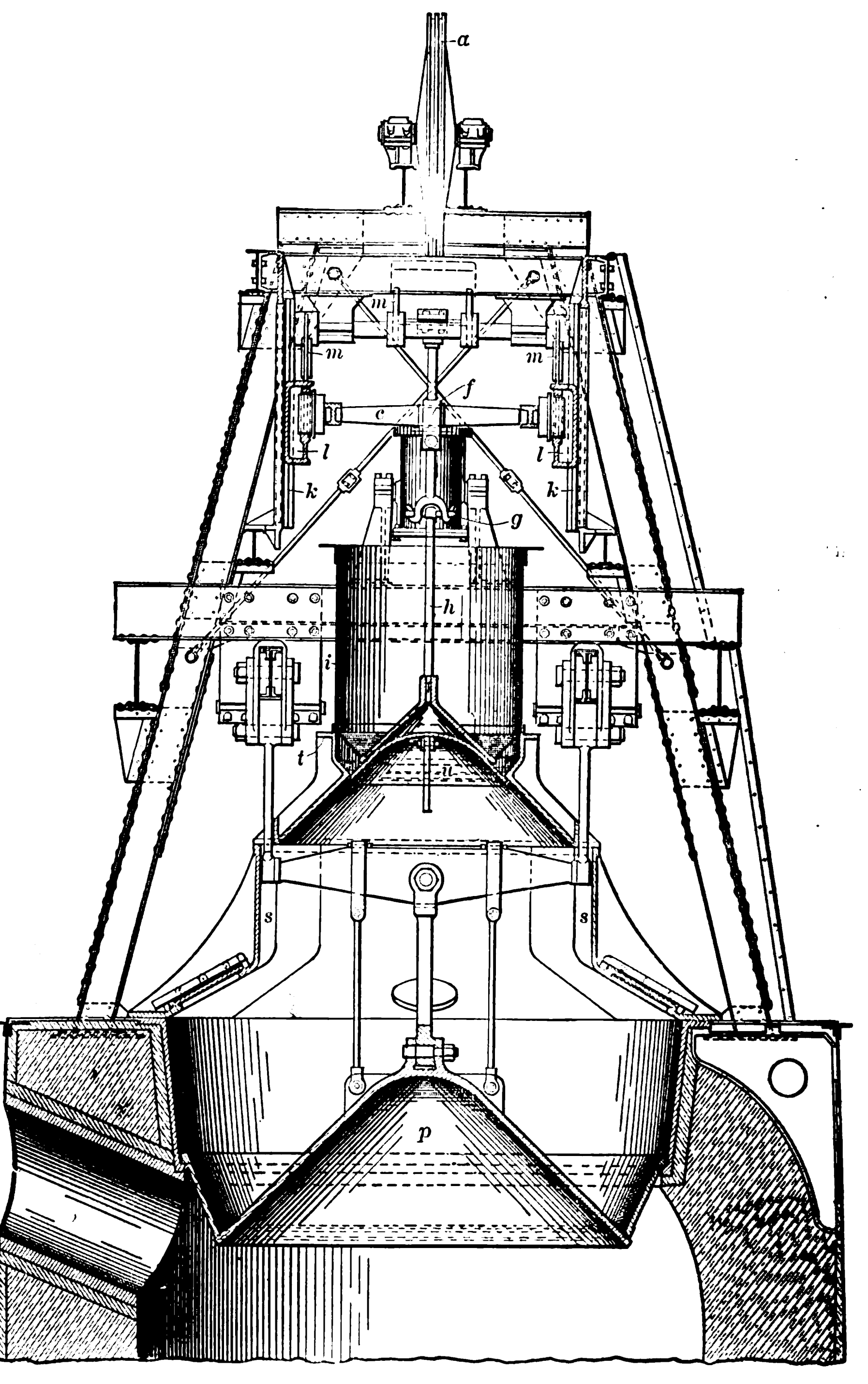


Fig. 2. — Coupe verticale de l'appareil de chargement des hauts fourneaux.

Quand le minerai doit être puisé dans le stock, il est pris par une drague supendue au câble du convoyeur et dont la contenance est d'environ 5 tonnes. Le plus souvent cette drague est déchargée dans des wagons à bascule placés sur la voie située du côté extérieur des soutes, dans lesquelles ces wagons sont vidés à leur tour, soit du côté des fours soit du côté opposé. Dans ce dernier cas, qui se présente d'ailleurs assez rarement, il est cependant plus simple d'amener la drague jusqu'à l'extrémité du convoyeur et d'en déverser directement le contenu dans les soutes.

La seconde série de soutes, destinée à contenir le coke et le calcaire, ne doit pas occuper entièrement la longueur de la batterie des fours, car elle doit laisser la place nécessaire aux élévateurs qui desservent les hauts fourneaux. A cette différence près que l'angle du fond est de 30°



au lieu de 45°, ces soutes sont identiques aux précédentes. Les matières premières y sont amenées directement, car on ne les met pas en stock.

La contenance totale des soutes est de 9 600 tonnes de calcaire.

Alimentation des hauts fourneaux. — Les matières premières provenant des soutes de la rangée intérieure sont amenées au gueulard du haut fourneau au moyen de bennes équilibrées. Ces bennes sont placées sur des wagons qui, dans le cas du minerai, sont pourvus de balances. La quantité convenable de matière est alors extraite des soutes et tombe par son propre poids. Une petite locomotive amène le train de wagons au pied de l'élévateur du haut fourneau : chaque benne est à son tour saisie sur ce wagon par le convoyeur et élevée au gueulard dans lequel son contenu est versé; puis elle redescend sur le wagon, pour faire place à la suivante qui est, de même, prise par le convoyeur. Comme on le voit sur les figures 13, 14 et 15 (pl. XXIII), la benne de chargement est constituée par un cylindre, en acier de 10 millimètres d'épaisseur, dont le diamètre extérieur est de 1m 70. Elle repose sur un fond en forme de cône, au sommet duquel est fixée une tige de suspension.

Les bennes à minerai portent une charge de 5 tonnes, celles à coke et à calcaire peuvent contenir 2 tonnes de matière.

La partie inférieure de l'élévateur est courbe, de manière que le crochet puisse saisir librement la benne, lorsque le wagon chargé arrive contre le buttoir. L'inclinaison du chemin de roulement est de 67°, et l'élévation s'effectue au moyen d'un cabestan. La benne est attachée au double crochet du chariot d'élévation représenté figures 4 et 5 du texte. Les câbles de montée (il y en a deux pour plus de sécurité) sont attachés à l'axe de l'élévateur. Par le fait de la tension du câble, le chariot, en s'élevant, saisit la benne par derrière et l'empêche de culbuter pendant la montée. Quand elle arrive au sommet du fourneau, elle se trouve suspendue librement, étant dégagée du chariot.

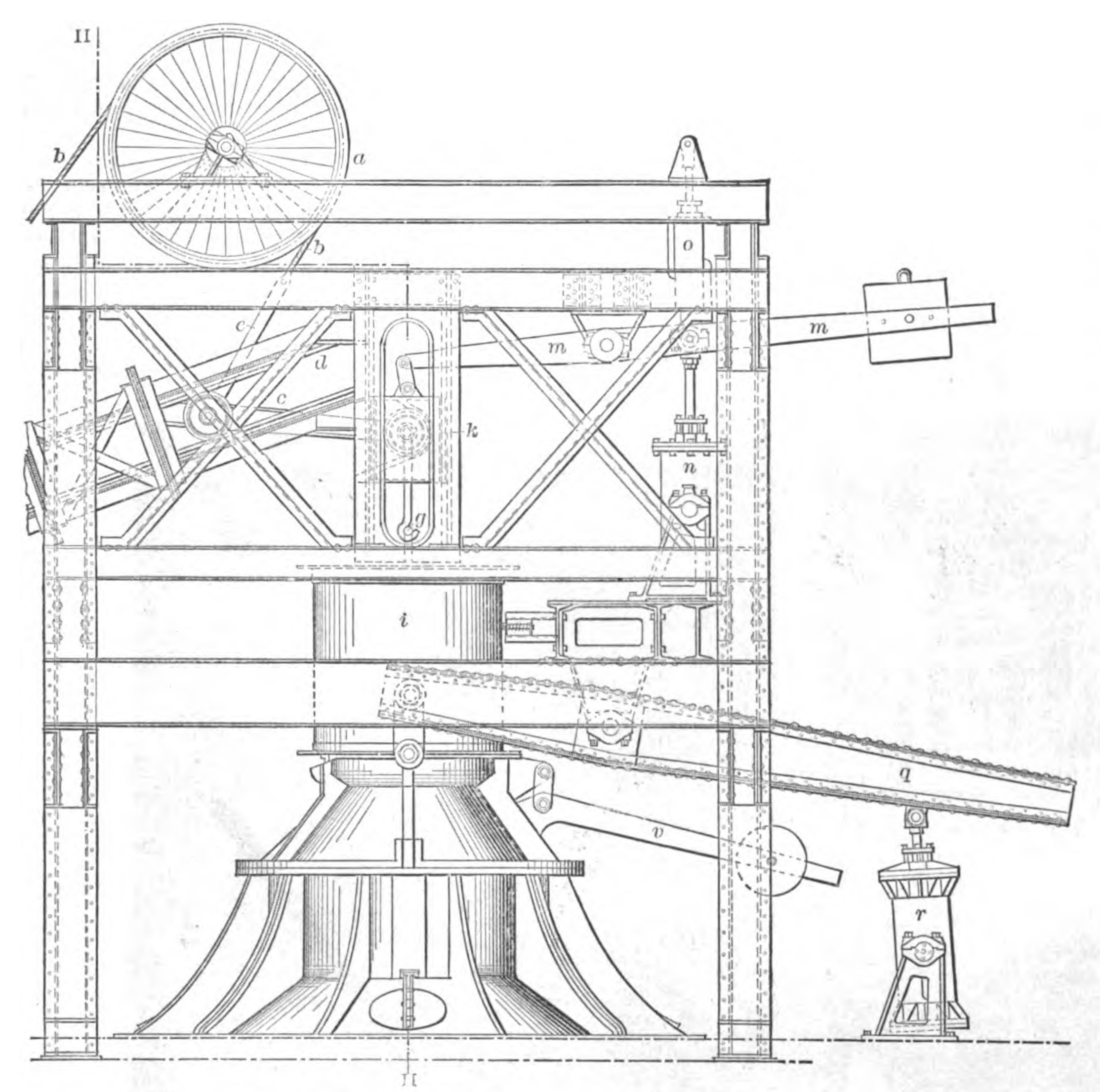


Fig. 3. — Vue en élévation de l'appareil de chargement des hauts fourneaux.

Appareils de chargement Neeland. — Les figures 2 et 3 du texte indiquent la construction de ces appareils. Le câble *b* passe sur la poulie à gorge *d*; les roues antérieures du chariot *c* portent la benne (fig. 4 et 5 du texte), s'engagent, lorsque celle-ci a atteint le sommet, dans une encoche du chemin de roulement qui l'amène à un cadre mobile *e* (fig. 3 du texte) dont les côtés sont munis de glissières. Ce cadre est relié par un collier à un levier *m* à contrepoids, mis en mouvement par le cylindre *n* (fig. 3 du texte). Un buttoir *o* règle la course de ce levier.

En faisant agir la valve du cylindre *n*, le contenu de la benne tombe et se distribue uniformément sur le cône principal du fourneau. Ce cône est supporté par un joug, comme le montre la figure 2 du texte, et est mis en mouvement au moyen des leviers *q*, actionnés par le cylindre *r*. Quand le fond de la benne reprend sa place, il relève le joug, permettant ainsi à la cloche d'obturation des gaz de revenir à sa position à l'aide du contrepoids *v*.

Lorsque le cadre atteint le sommet de sa course, il rencontre les rails du chemin de roulement, et la marche du treuil est renversée automatiquement, ce qui permet au chariot de redescendre le plan incliné et de déposer la benne dans le wagon. Le crochet de suspension se dégage alors et est en position pour saisir la benne suivante.

Les valves qui commandent les cylindres à levier de la benne et du cône principal, sont sous la surveillance du mécanicien qui, au moyen d'indicateurs placés dans sa cabine, connaît à chaque instant les positions de la benne et de la cloche. Il n'est pas besoin qu'un homme se tienne à la partie supérieure du fourneau, toute la manœuvre de chargement étant effectuée par le mécanicien de l'élévateur.

Les chariots et bennes sont équilibrés, ce qui diminue l'effort de levage.

La vitesse ascensionnelle est grande, car le temps qui s'écoule depuis le moment où la benne est saisie jusqu'à celui où elle est remise sur le wagon, n'excède pas une minute trois quarts.

On se rend compte facilement qu'un faible travail suffit pour remplir les bennes et les amener à l'élévateur. A côté de l'avantage principal qui réside dans la régularité de distribution, le système adopté

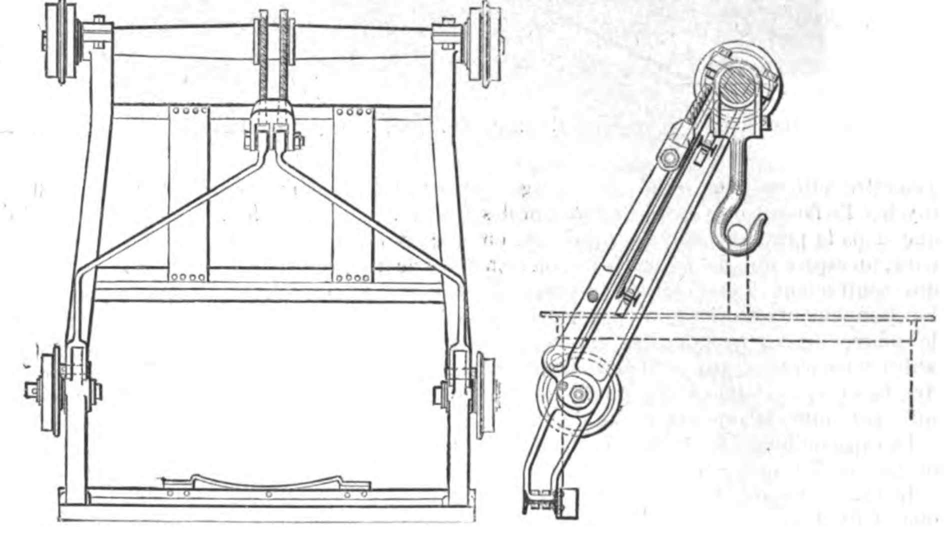


Fig. 4 et 5. — Vues de face et de côté du chariot amenant au sommet des hauts fourneaux les bennes de chargement.

pour la manutention offre aussi celui d'éviter la détérioration du matériel. Une objection qui a toujours été élevée par les maîtres de forge européens contre le système des soutes préconisé en Amérique, c'est que, pendant les hivers froids, la descente des matières devient impraticable. Cet inconvénient a été évité en faisant pénétrer un tuyau d'air chaud dans chacune des soutes à minerai. Par ce moyen, en chauffant et séchant le minerai, les inconvénients de la gelée ont été évités. Durant ce dernier hiver, quoique à un moment la température soit descendue jusqu'à 8 et 10° au-dessous de zéro, aucun trouble n'en est résulté dans le fonctionnement.

Hauts fourneaux. — Les hauts fourneaux de Duquesne sont les plus grands qui existent probablement aux États-Unis : ils ont 30 mètres de hauteur, le diamètre du foyer est de 4m 20, celui des étalages de 6m 60, et celui de l'ouvrage 5m 80. Tout l'ouvrage est protégé par des enveloppes refroidissantes en bronze.

Les fourneaux nos 1 et 2, actuellement en activité, ont 10 tuyères de 18 centimètres, tandis que les fourneaux nos 3 et 4 sont munis de 20 tuyères de 12 centimètres, en vue d'accroître la production, de diminuer la consommation du combustible et surtout d'obtenir une grande régularité de fonctionnement.

Les Ingénieurs de la Carnegie Steel Co ont été, paraît-il, les premiers à émettre cette opinion, qu'il y a avantage à augmenter le nombre des tuyères. En faisant une section au niveau des tuyères, on voit, en effet, que, dans la pratique ordinaire, il existe, entre deux tuyères consécutives, un espace nuisible où peut se former un dépôt de matières froides, qui contractent l'aire effective d'action des tuyères, aux dépens du fonctionnement régulier. En faisant disparaître ces espaces nuisibles, la source de ces irrégularités est en même temps supprimée. Une autre considération qui milite en faveur de l'accroissement du nombre des tuyères, c'est que l'aire de combustion se trouve augmentée et que, par suite, la production est accrue.

La capacité totale de chacun des hauts fourneaux de Duquesne est de plus de 700 mètres cubes.

Le gaz s'échappe par six tuyaux aboutissant à un collecteur bifurqué, dont chacune des deux branches est munie d'une porte d'explosion. Le tuyau collecteur redescend ensuite en hélice, sous un angle de 45°, pour faciliter l'écoulement des poussières, cet écoulement exigeant un angle de 35° au moins.

Le courant gazeux arrive au sommet du séparateur des poussières, où un dispositif spécial, ralentissant la vitesse des gaz, facilite le dépôt des poussières entraînées. Ces dernières sont retirées par le fond et chargées sur des wagons à la manière ordinaire. Chaque prise de gaz sur la conduite principale, tant pour le tuyau traversant les soutes que pour ceux conduisant à chaque batterie de générateurs, est munie d'un collecteur de poussières. Ces collecteurs sont disposés de telle sorte que les poussières accumulées puissent être déversées dans des wagons. Des portes d'explosion sont ménagées au sommet des fours, comme on le voit sur la figure 6, et disposées à de faibles intervalles le long des tuyaux d'écoulement des gaz.

Chaque haut fourneau est muni d'une batterie de quatre récupérateurs.

Récupérateurs Kennedy-Cowper. — Les dispositions principales de ces récupérateurs sont représentées en détail sur les figures 6 à 11 (pl. XXIII).

Ces appareils ont un diamètre de 7 mètres sur une hauteur totale de 32 mètres. Leur sommet se trouve au même niveau que celui du haut fourneau, et les deux hauts fourneaux d'une même batterie sont reliés par un pont qui s'étend sur toute la ligne des huit récupérateurs.

Le récupérateur Kennedy comporte une chambre centrale de combustion et un empilage en briques spéciales à angles arrondis, comme on le voit sur la coupe; des ouvertures de 20 centimètres carrés environ sont réservées (fig. 6, pl. XXIII) pour le passage des gaz à travers le récupérateur. Cette disposition a été adoptée parce qu'elle donne un écoulement très régulier et que les coins arrondis obvient à l'inconvénient de l'accumulation des poussières.

Les récupérateurs portent une garniture extérieure en tôle très robuste, en raison des grandes dimensions de l'appareil. Les tôles du fond et de la partie inférieure ont 15 millimètres d'épaisseur; les autres, ainsi que celles du dôme, ont 12 millimètres.

Chaque récupérateur est muni d'une cheminée indépendante, au lieu d'une grande cheminée unique pour les récupérateurs et les chaudières. Ces cheminées ont 43 mètres de hauteur et 1m 60 de diamètre; elles sont pourvues d'une valve papillon s'appuyant sur un siège annulaire en bronze à circulation d'eau.

Halle de coulée. — Chaque haut fourneau a une halle de coulée de 73 mètres de long sur 23 mètres de large.

Une petite voie ferrée, suspendue aux charpentes de la toiture, traverse cette halle dans toute sa longueur et, faisant le tour du haut fourneau, vient aboutir à l'élévateur. Le chariot roulant qui la parcourt est mû électriquement et peut porter 5 tonnes; il sert à ramener les fontes de la halle de coulée qui doivent être remises au fourneau.

A droite et à gauche sont deux treuils roulants électriques de 10 tonnes et de 11 mètres de portée, dont les rails se prolongent jus-

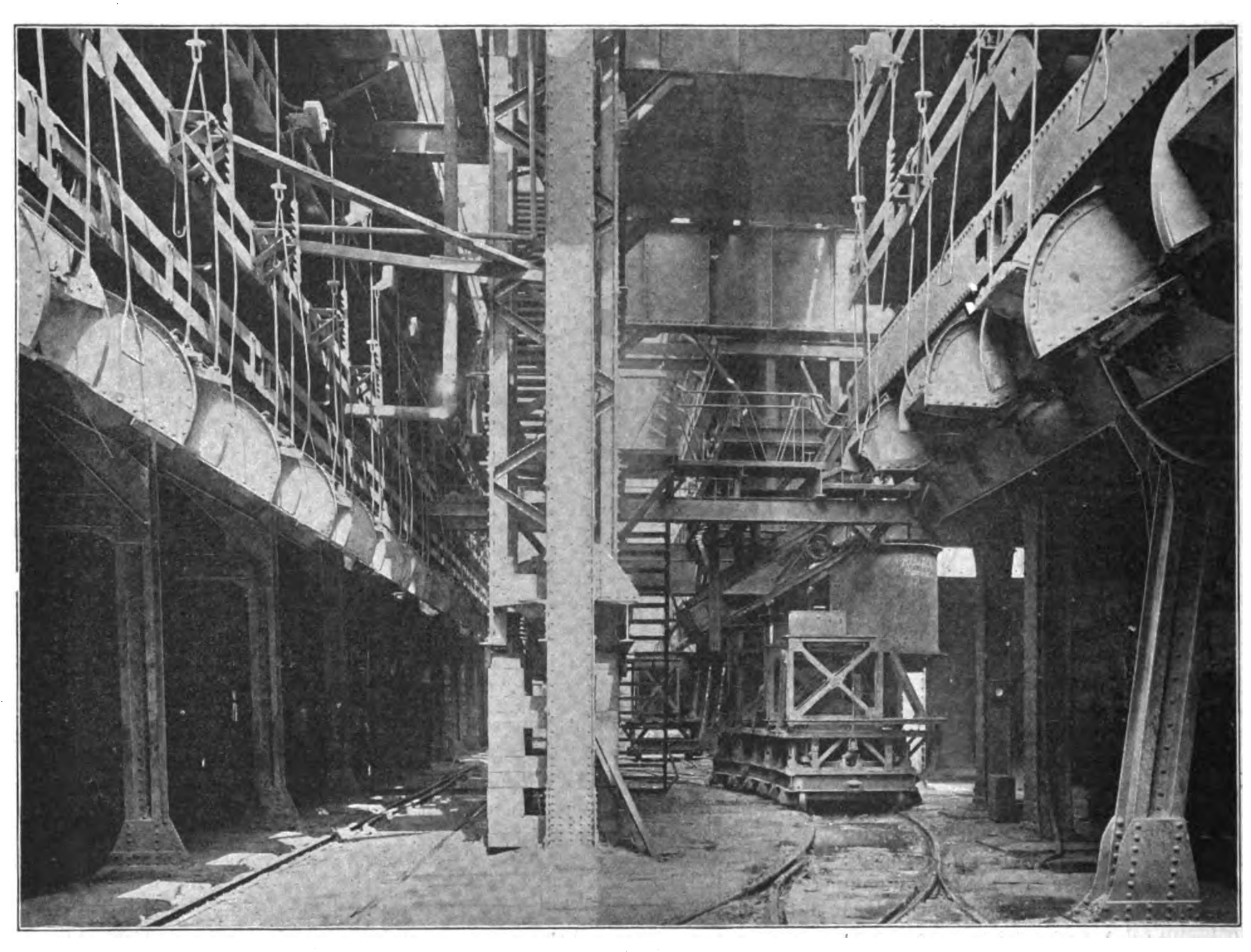


Fig. 6. — Hauts fourneaux de la Carnegie Steel Co, a Duquesne (Pensylvanie) : Vue intérieure du bâtiment des soutes à charbons et à minerai.



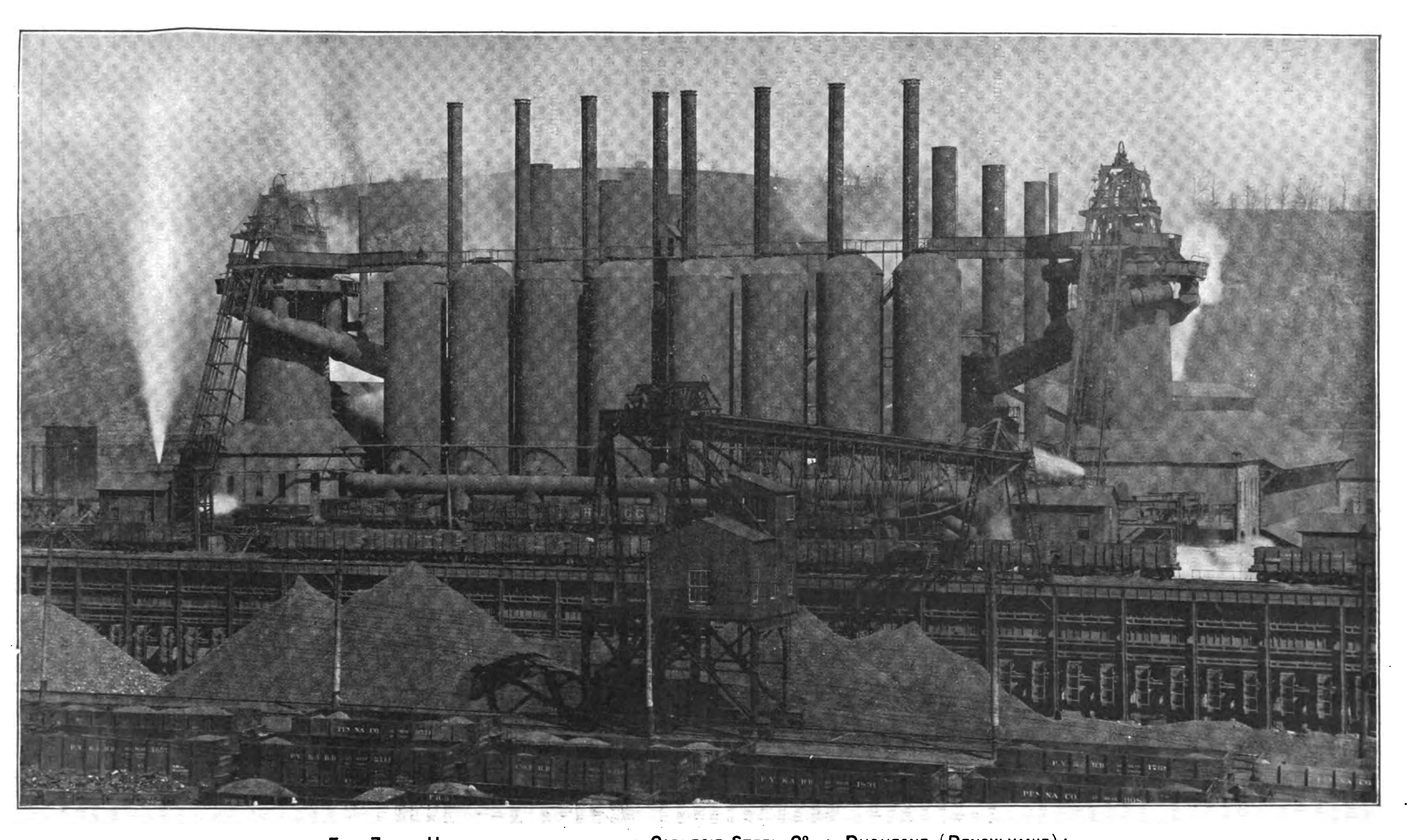


Fig. 7. — Hauts fourneaux de la Carnegie Steel C°, a Duquesne (Pensylvanie) :
Vue d'une batterie de deux hauts fourneaux avec leurs huit récupérateurs Kennedy-Cowper.

qu'au dehors de la halle de coulée. Ces treuils sont employés pour manutentionner les moules et transporter les gueuses, qui ont 9 mètres de longueur, jusqu'au fond de la halle où des rouleaux, mus par l'électricité, les amènent automatiquement aux concasseurs.

La plus grande partie de la production, soit 1 600 tonnes par jour sur 2 200 que produira l'usine en pleine marche, est destinée aux aciéries de Duquesne.

Chaudières. — Chaque haut fourneau est muni de six batteries de chaudières Babcock et Wilcox. Ces chaudières, de 250 chevaux chacune, sont disposées en un groupe de 6 000 chevaux pour chaque paire de hauts fourneaux; elles forment donc, à elles toutes, un ensemble de 12 000 chevaux-vapeur. Ces chaudières sont accouplées, et les deux chaudières d'une même paire sont placées côte à côte.

Comme on le voit sur l'élévation d'une des batteries, les tuyaux de fumée de chaque unité viennent se réunir en un tuyau plus large qui aboutit à une cheminée placée entre deux chaudières; de cette façon, il y a trois cheminées par batterie.

Ces cheminées sont en acier; elles ont 2m 40 de diamètre et 43 mètres de hauteur au-dessus de la grille. Les gaz entrent à la partie inférieure et de là ils passent entre les rangées de tubes, divisés en trois sections de longueur différente. Une grille pour brûler du charbon est aussi installée comme secours.

Les principales dimensions des chaudières sont les suivantes : longueur totale, 7 mètres; nombre de tubes, 126; longueur des tubes, 5m 20; diamètre des tubes, 0m 10.

La vapeur est amenée par un tuyau de 0m 70 à la première machine soufflante, par un tuyau de 0m 60 aux autres machines, de 0m 45, à l'installation électrique, enfin de 0m 30 au bâtiment des pompes.

On compte que quand toutes les chaudières seront en fonctionnement, elles fourniront plusieurs milliers de chevaux vapeur en excédent, et toutes les dispositions sont prises pour que cette force supplémentaire puisse être utilisée par les aciéries de Duquesne.

Machines soufflantes. — Pour chaque groupe de deux hauts fourneaux, il y a cinq machines soufflantes. Ce sont des machines verticales compound à condensation, du type à balancier. Le cylindre de vapeur à haute pression a 1 mètre de diamètre et celui à basse pression 1m 95; le cylindre compresseur a 1m 90 de diamètre et 1m 50 de course. La valve d'admission d'air dans le cylindre se règle à la main; celle de sortie est automatique, mais au cas où elle viendrait à mal fonctionner un dispositif est tout installé pour y remédier. Le balancier pèse 30 tonnes et le volant 40 tonnes.

Ces machines débitent à chaque tour 170 mètres cubes et, dans les conditions normales, elles marchent à une vitesse de 28 tours par minute.

La pression aux tuyères est de 1kg 055 par centimètre carré et celle de la vapeur de 8kg 44 par centimètre carré. Les machines, cependant, peuvent élever à 1kg 76 par centimètre carré la pression aux tuyères, ce qui est une marge plus que suffisante. Dans les circonstances ordinaires, une des cinq machines de chaque groupe de deux fourneaux est tenue en réserve comme machine de secours.

Installation des pompes. — L'eau doit être prise à la rivière Monongahela qui est presque toujours bourbeuse. En même temps, il était désirable que l'eau élevée fut non seulement clarifiée, mais aussi privée d'air.

Après une étude approfondie, l'installation a été faite de la manière suivante : Deux larges écluses ont été établies dans la rivière et munies à leur extrémité de portes que l'on peut fermer à volonté. La largeur de ces écluses est assez grande, relativement au diamètre des tuyaux d'aspiration, pour que, malgré l'action des pompes, la circulation de l'eau y soit toujours très lente, de façon à permettre à la plus grande partie des impuretés de se déposer. Deux grillages plus ou moins serrés sont disposés devant les portes des écluses pour arrêter les corps flottants.

Comme on le voit sur la section générale (fig. 2, pl. XXIII) les pompes sont placées sur un rang et ont chacune un puits d'aspiration indépendant pourvu d'un tuyau d'arrivée et d'un robinet-vanne pour chaque écluse.

Quand on désire faire le nettoyage d'une des écluses, on ferme tous les robinets-vannes des tuyaux d'aspiration qui y aboutissent, ainsi que les portes de l'écluse; on épuise l'eau et on enlève la vase. Pendant ce temps, les pompes sont alimentées par les autres écluses; de cette façon le fonctionnement des pompes n'est jamais interrompu, ce qui est d'une grande importance au point de vue de la bonne conservation des hauts fourneaux, qui est elle-même subordonnée à l'existence d'une alimentation d'eau continue.

Les pompes sont verticales, compound, à condensation : le cylindre à vapeur à haute pression a 0m 55 de diamètre et celui à basse pression 1m 10; le cylindre de la pompe mesure 0m 35 de diamètre sur 0m 90 de course. Elles sont au nombre de quatre et leur débit total est de 91 000 mètres cubes par jour environ.

Dans le bâtiment des pompes est installée une grue électrique de 10 tonnes et de 15 mètres de portée.

L'eau, au sortir des pompes, est refoulée dans le réservoir qui présente plusieurs dispositions intéressantes : le tuyau de 1m 05 de diamètre qui refoule l'eau des pompes dans ce réservoir, a une hauteur de 12 mètres; le tuyau de prise d'eau du réservoir, également de 1m 05 de diamètre, est situé à 27 mètres et, sur une longueur de 6 mètres, ce tuyau est perforé pour faire office de crépine. Grâce à ces dispositions, une grande quantité d'eau à l'état tranquille est emmagasinée au-dessus du tuyau d'arrivée, ce qui est une circonstance très favorable pour le dépôt des impuretés et l'élimination de l'air.

Un tuyau de décharge de 0m 45 débouche à 1 mètre au-dessous du sommet du réservoir. Ce dernier a 5 mètres de diamètre et une hauteur totale de 52 mètres.

Comme le surplus de la vapeur produite doit pouvoir être employé aux aciéries de Duquesne, toutes les machines importantes, telles que machines soufflantes, pompes aspirantes et alimentaires, et machines produisant la puissance électrique ont été disposées à condensation, de façon à économiser la vapeur. L'eau pour la condensation pénètre par les écluses du bâtiment des pompes, et de là, au moyen de tuyaux souterrains, arrive aux différentes machines, chaque condenseur élevant lui-même son eau et la déchargeant ensuite dans une conduite qui la renvoie à la rivière.

Installation électrique. — Le plan général montre l'emplacement du bâtiment réservé à l'installation électrique. Il comprend 3 générateurs de 500 chevaux actionnant une machine compound horizontale tandem, système Buckeye, avec condenseurs Blake. Les cylindres à haute pression ont 0m 45 de diamètre et ceux à basse pression 0m 32, avec 0,80 de course. La vitesse obtenue est de 130 tours par minute.

Les générateurs sont disposés parallèlement et actionnent un grand nombre de moteurs à courant direct de 220 volts, employés pour transmettre la force dans les différentes parties de l'usine. 6 dynamos à courants directs desservent les lampes à arc disséminées dans les bâtiments et les cours; chacune d'elles suffit pour 60 lampes. Ces dynamos sont actionnées directement par 6 machines Westinghouse de 50 chevaux, alimentées par les générateurs. Il y a, en outre, un générateur de courants alternatifs de 45 kilowatts, directement attelé à un moteur spécial et destiné à alimenter 900 lampes à incandescence environ.

Une grue de 11 tonnes est montée dans ce bâtiment dont une extrémité sert d'atelier de réparation.

Telles sont, brièvement résumées, les principales dispositions de cette importante installation. Les trois chiffres suivants donneront une idée du maximum de la production obtenue avec les deux hauts fourneaux actuellement en service :

En un mois	17 182	tonnes de fonte.
En une semaine	4 110	—
En un jour	690	—

Les hauts fourneaux sont établis pour travailler 75 °/o de minerai de Mesaba et 25 °/o de coke et calcaire. Jusqu'ici leur fonctionnement a été très régulier.

Eugène MAGLIN,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ÉLECTRICITÉ

TRANSMISSION DE LA PUISSANCE MOTRICE
à l'aide de l'électricité
aux engins des gares de chemins de fer.

(Suite et fin [1].)

QUATRIÈME PARTIE. — **Exemple de l'emploi de l'énergie électrique dans une grande gare de chemin de fer.** — Comme exemple d'application nous avons pris une grande gare comportant un bâtiment des voyageurs à deux étages, une gare de marchandises G. V., une gare de marchandises P. V. avec halles d'arrivages et d'expéditions, halles de transbordements, quais découverts et quai à pierres, des voies de triage et de garage, un dépôt avec deux remises de machines, un atelier de réparations, des quais à combustibles, enfin des ateliers de la voie.

Nous avons dressé le tableau ci-après, qui donne la désignation des divers engins employés avec leurs emplacements; nous avons indiqué le nombre des moteurs nécessaires ainsi que leur puissance et, dans une dernière colonne, nous avons évalué le coût de la transformation de l'outillage mécanique en outillage électrique.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 9, p. 133; n° 10, p. 149; n° 11, p. 162; n° 12, p. 181; n° 13, p. 196; n° 14, p. 211; n° 15, p. 229; n° 16, p. 245; n° 17, p. 259; n° 18, p. 274; n° 19, p. 292; n° 20, p. 306; n° 21, p. 324; n° 22, p. 339.



Divers engins employés et transformés pour la manutention électrique dans une grande gare.

SERVICES INTÉRESSÉS	LOCAUX ET ESPACES DESSERVIS	ENGINS DÉJA EXISTANTS ET TRANSFORMÉS	MOTEURS			PRIX DE LA TRANSFORMATION	
			NOMBRE	TYPE	PUISSANCE TOTALE	PAR ENGIN	par CATÉGORIE
				chevaux.	chevaux.	francs.	francs.
Service des voyageurs.	Bâtiment des voyageurs	1 ascenseur, 3 personnes, 0m 50 par seconde	1	5	5	2 500	2 500
	Bagages	2 monte-charges 1 tonne. —	2	9	18	4 000	8 000
	Voies	2 chariots à niveau P.-L.-M. (un seul chariot moteur)	1	12	12	12 000	12 000
Marchandises grande vitesse.	Messageries	1 grue Guyenet (500 kilogr., 0m 50 par seconde)	1	8	8	1 800	1 800
	Douanes	1 grue genre Henrion (500 kilogr., 0m 50 par seconde)	1	7	7	2 000	3 300
			1	2	2	1 300	
	Quai à pierres. Halles	2 grues (10 tonnes, 0m 03 par seconde) (une seule grue transformée)	1	10	10	4 000	4 000
Marchandises petite vitesse.	*1° Arrivages et expéditions :*						
	Halle A et B	2 ponts roulants (2 tonnes, 0m 15 par seconde)	2	10	20	2 600	5 200
	Quai couvert C	1 grue Guyenet (2 — —)	1	10	10	2 600	2 600
	Quai découvert H	1 grue fixe (10 — 0m 03 —)	1	10	10	2 600	4 600
			1	4	4	2 000	
	2° Transbordement :						
	Halle D	1 pont roulant (3 tonnes, 0m 10 par seconde)	1	10	10	2 600	2 600
	Halle E	1 — (2 — 0m 15 —)	1	10	10	2 600	2 600
	Quai couvert F	1 — (1 — 0m 20 —)	1	7	7	1 900	1 900
	Quai découvert I	1 grue fixe (10 — 0m 03 —)	1	10	10	2 600	4 600
			1	4	4	2 000	
Matériel.	Voies de garage et de triage	2 grues sur truck (4 tonnes, 0m 03 par seconde) (une seule transformée)	1	4	4	2 800	2 800
		2 cabestans (400 kilogr., 0m 30 par seconde)	2	6	12	1 800	3 600
		2 chariots à vapeur	2	12	24	2 500	5 000
	Remises à machines	2 ponts tournants 12 mètres	2	6	12	1 800	3 600
		1 pompe sur truck (lavage des machines)	1	2	2	1 500	1 500
		1 chariot à fosse pour locomotive	1	10	10	3 000	3 000
	Ateliers de réparations	Pour les outils	1	15	15	3 000	3 000
		3 transporteurs, 2 tonnes	6	2	12	3 400	10 200
	Voies	1 grue fixe (6 tonnes, 0m 02 par seconde)	1	4	4	1 900	1 900
		1 — (30 — 0m 01 —)	1	10	10	2 600	4 600
			1	4	4	2 000	
	Alimentation d'eau	1 pompe d'alimentation avec locomobile de 15 chevaux	1	15	15	3 000	3 000
	Quai aux combustibles	1 pont tournant, 17 mètres	1	6	6	3 000	3 000
		1 grue sur truck pour bennes de 700 kilogr., vitesse 0m 35 par seconde	1	7	7	2 000	2 000
Voie.	Atelier du petit entretien	Pour les outils	1	2	2	700	700
	Voies	2 chariots à niveau P.-L.-M. (un seul chariot moteur)	1	12	12	12 000	12 000
	Ateliers voie	2 locaux	1	2	2	700	700
			1	2	2	700	700
			44		302		117 000

De ce tableau il résulte qu'il est nécessaire de prévoir 44 moteurs d'une puissance totale de 302 chevaux pour actionner les 40 engins répartis sur différents points de la gare et que la dépense totale de transformation de l'outillage peut être évaluée à environ 117 000 francs.

Éclairage électrique. — Étant donné le développement de la gare considérée, nous pouvons admettre que l'éclairage nécessite :

100 lampes à arc de 7 ampères,
et 300 lampes à incandescence de 10 bougies.

Il nous est également permis de supposer que la distribution se fait à 3 fils et que l'usine comprend un groupe de deux unités égales (chaudière, machine et dynamo) pouvant assurer une fois et demie l'éclairage total.

En cas d'avarie à l'une des unités, il a été prévu une troisième unité de secours.

Enfin deux batteries d'accumulateurs de 150 ampères-heures permettent d'assurer l'éclairage en dehors des heures normales.

La tension de distribution étant admise de 110 volts aux lampes, et la perte en ligne de 10 volts, les dynamos devront donner 120 volts.

Les lampes nécessitent au tableau de distribution :

$$\text{Lampes à arc : 100 lampes} \times 7 \text{ ampères} \times \frac{120}{2} = 42\,000 \text{ watts}$$

$$\text{Lampes à incand. : 300 lamp.} \times 10 \text{ bougies} \times 4 \text{ watts} = 12\,000 \quad —$$

$$\text{Total.} \ldots \quad 54\,000 \text{ watts}$$

Chaque dynamo devant assurer les $^3/_4$ de l'éclairage, leur type sera de :

$$54 \text{ kilowatts} \times \frac{3}{4} = 40 \text{ kilowatts, soit } 55 \text{ chevaux.}$$

et, en admettant, pour la dynamo et sa transmission, un rendement de 80 %, chaque machine à vapeur sera du type :

$$\frac{55}{0{,}8} = 70 \text{ chevaux.}$$

Nous supposerons encore, ce qui est assez près de la réalité, que la dépense d'énergie est, par an, de 70 000 kilowatts-heures, soit une moyenne de 192 par jour, équivalant à 3 h. $^1/_2$ de plein éclairage.

Pendant la journée, les machines rechargent à saturation la batterie d'accumulateurs.

Enfin, la période d'éclairage dure au maximum 14 heures (de 5 h. du soir à 7 h. du matin), et au minimum 4 heures (de 8 h. du soir à 2 h. du matin). Les machines sont donc disponibles au moins 10 heures par jour.

Distribution de la force. — Puissance nécessaire. — En admettant les coefficients d'utilisation consacrés par la pratique, relatifs aux installations hydrauliques de la gare Saint-Lazare, on trouve que la puissance nécessaire au tableau de distribution sera :

Pendant les heures chargées :

$^1/_5$ de la puissance totale des moteurs installés, soit $\frac{302}{5} = 60$ chevaux.

Et en moyenne :

$^1/_{15}$ de la puissance totale des moteurs installés, soit $\frac{302}{15} = 20$ chevaux.

En nous basant sur la moyenne indiquée, la dépense d'énergie sera :

$$20 \times 24 = 480 \text{ chevaux-heures par jour,}$$

$$\text{et } 480 \times 365 = 175\,200 \text{ chevaux-heures par an,}$$

$$\text{ou } \frac{175\,200 \times 736}{1\,000} = 129\,000 \text{ kilowatts-heures par an.}$$

La source d'énergie alimentant les circuits des moteurs doit pouvoir fournir normalement 60 chevaux et, en certaines circonstances, trois ou quatre fois cette puissance.

Il est impossible, dans ces conditions, de songer à l'emploi d'une unité supplémentaire fonctionnant toute la journée. Il est plus logique d'alimenter constamment le circuit de force par une batterie d'accumulateurs pouvant fournir le maximum exigé, et telle que, chargée par les dynamos de l'éclairage pendant 10 heures, elle puisse assurer la consommation journalière moyenne des moteurs.

Les machines, pendant cette période, doivent pouvoir également recharger complètement la batterie de l'éclairage.

Afin d'éviter une trop forte dépense pour la canalisation du transport d'énergie, les deux dynamos servant à l'éclairage seront, pendant le jour, accouplées en tension ; elles fourniront, par suite, 240 volts au tableau de distribution, et comme la perte en ligne a été admise de 20 volts correspondant à une perte de charge de $\frac{20}{240} = 8$ %, les moteurs fonctionneront normalement à 220 volts.

Or, pour obtenir avec les accumulateurs une tension de 240 volts

au tableau de distribution, il faut que les dynamos soient à même de fournir $\frac{240}{0,8} = 300$ volts.

Il faut donc, dans ce cas particulier, avoir recours à un survolteur donnant l'appoint de 60 volts nécessaire pour la charge. Ce survolteur est un transformateur à courant continu dont les deux enroulements sont montés sur la même bobine et dans le même champ magnétique. On règle la force électromotrice additionnelle du circuit de la batterie au moyen d'un rhéostat monté en série sur le circuit primaire.

Nous avons admis qu'il existait deux batteries d'accumulateurs de 150 ampères-heures pour l'éclairage, alimentant chacune une branche du pont de la distribution à 3 fils.

Ces batteries exigent pour leur charge complète :

$$\frac{300 \text{ volts} \times \frac{150 \text{ amp.-heures}}{0,9}}{736} = \frac{300 \times 167 \text{ amp.-heures}}{736} = 68 \text{ chevaux-heures.}$$

Les deux dynamos pouvant fournir en dehors des heures d'éclairage au moins 110 chevaux × 10 heures = 1 100 chevaux-heures, il restera disponible 1 100 — 68 = 1 032 chevaux-heures.

Or, nous avons vu que les moteurs n'exigent par jour que 480 chevaux-heures, la perte en ligne étant de 8 % et le rendement des accumulateurs 75 %, les dynamos devront pouvoir fournir 700 chevaux-heures. La quantité disponible étant de 1 032 chevaux-heures, il n'est pas nécessaire d'augmenter la puissance de l'usine, qui est plus que suffisante.

Les dynamos devront fournir annuellement aux accumulateurs servant aux moteurs :

$$\frac{700 \text{ chevaux} \times 365 \times 736 \text{ watts}}{1\,000} = 188\,000 \text{ kilowatts-heures.}$$

Accumulateurs. — Les machines dynamos devront fournir par jour aux accumulateurs 700 + 68 = 768 chevaux-heures, et donner régulièrement 77 chevaux, par exemple, pendant 10 heures.

Ces 77 chevaux représentent une intensité totale de $\frac{77 \times 736}{300} = 189$ ampères,

La batterie d'éclairage exigeant . . . $\frac{167 \text{ ampères-heures}}{10 \text{ heures}} = 17$ ampères,

La batterie de la force devra pouvoir recevoir. . . . . . . 172 ampères.

D'autre part, elle devra être à même de fournir pendant plusieurs heures :

$$\frac{60 \text{ chevaux} \times 736 \text{ watts}}{240 \text{ volts}} = 184 \text{ ampères.}$$

En consultant le catalogue de la Société du travail électrique des métaux, nous trouvons que le type n° 28 peut fournir 187 ampères au régime normal de décharge en 8 heures et qu'il peut, au besoin, donner 640 ampères au régime limite.

La charge de cet accumulateur s'effectue au régime fort de 187 ampères, et chaque élément coûte 400 francs environ.

Nombre d'éléments. — Il sera nécessaire de prévoir :

$$\frac{240}{1,8 \text{ volts}} = 134 \text{ éléments.}$$

Le prix de la batterie pour le transport de force est donc de 134 × 400 francs. . . . . .Fr.	53.600
Si on évalue à 20 % le coût des bâtiments et accessoires, soit . . .	10.720
La dépense totale s'élèvera à. . . Fr.	64.320

La batterie complètement chargée sera à même de fournir la puissance moyenne (20 chevaux correspondant à 62 ampères) pendant :

$$\frac{1\,845 \text{ ampères-heures}}{62} = 30 \text{ heures.}$$

Nous nous trouvons donc dans d'excellentes conditions.

Canalisation. — L'énergie est distribuée par 3 feeders dont les longueurs (aller) sont respectivement de 113 mètres, 480 mètres et 290 mètres.

Nous avons prévu une ligne spéciale pour la pompe d'alimentation.

Nous allons calculer les feeders en admettant une perte de 10 volts, dans le cas d'une intensité égale à la moitié de celle qui correspond à la puissance totale des moteurs qu'ils desservent.

Cette perte sera de 20 volts pour la ligne de la pompe, d'une longueur supposée de 1 kilomètre.

Des centres de distribution des feeders partent des branchements secondaires d'une longueur moyenne de 300 mètres, sur lesquels sont prises les dérivations qui aboutissent aux moteurs.

Nous nous bornerons à établir, pour ces branchements, le poids total de cuivre correspondant à une perte de 10 volts dans un rayon de 300 mètres, pour une intensité égale à celle admise dans les feeders.

Un cheval utile, en admettant que le rendement global du moteur soit de 0,85, correspond à une intensité de :

$$\frac{1 \text{ cheval}}{0,85} \times \frac{736 \text{ watts}}{220 \text{ volts}} = 4 \text{ ampères.}$$

La section des conducteurs est calculée par la formule $S = \frac{0,04\, lI}{\varepsilon}$.

Feeders :

DÉSIGNATION de la LIGNE	LONGUEURS (aller)	NOMBRE de CHEVAUX desservis	I^a (4 ampères par cheval)	$\frac{I^a}{2}$	S millim. carrés théorique	POIDS	PRIX à 2 fr. le kilogr.
	mètres		ampères	ampères	millim. carrés	kilogr.	francs
1er feeder . . .	113	52	208	104	47	101	
2e feeder . . .	480	100	400	200	384	3 247	
3e feeder . . .	290	135	540	270	323	1 620	
(pompe) ε = 20 volts	1 000	15	60	30	60	1 132	
Totaux. . .	1 883	302	1 208	604		6 100	12 200

Canalisation secondaire. — La densité du courant a pour valeur :

$$\frac{I}{S} = \frac{10 \text{ volts}}{0,04 \times 300 \text{ mètres}} = 0,83 \text{ ampère.}$$

L'intensité maximum étant de 302 chevaux × 4 = 1 208 ampères, et l'évaluation de la section des conducteurs devant se faire pour une intensité deux fois moins forte, soit 604 ampères, on aura :

$$S = \frac{604}{0,83} = 720 \text{ millimètres carrés,}$$

correspondant à un poids de 6kg 717 par mètre.

Le rayon moyen étant de $300 \times \frac{2}{3} = 200$,

le poids total des conducteurs secondaires sera de :

2 × 200 mètres × 6k 717 = 2 690 kilogrammes,

et leur prix, à 2 fr. le kilogr., de 2 690 × 2 = 5 380 francs.

Branchements des moteurs. — Nous admettrons 15 mètres de ligne double pour chacun des 44 moteurs installés, et un prix moyen d'établissement de 10 francs par mètre, y compris tous frais d'achat, de pose et d'installation.

Longueur totale des branchements :

2 × 15 × 44 = 1 320 mètres.

Dépense totale :

1 320 mètres × 10 francs = 13 200 francs.

Poteaux. — Nous admettrons l'emploi d'un poteau tous les 40 mètres pour les feeders et la canalisation secondaire, et une dépense de 40 francs par support, cette somme comprenant les isolateurs, scellements, pose de câbles, etc.

Longueur aller des feeders . . . . Mètres.		1 883
Longueur aller des conducteurs secondaires :		
1er centre de distribution. . . . . Mètres.	820	
2e centre de distribution. . . . . —	1 760	
3e centre de distribution. . . . . —	1 900	
		4 480
Total. . . . . Mètres.		6 363

Nombre de poteaux : $\frac{6\,363 \text{ mètres}}{40 \text{ mètres}} = 160$

Frais pour accessoires et pose de canalisation :

160 × 90 = 14 400 francs.

Dépenses d'établissement de la canalisation. — D'après ce qui précède, on a pour les dépenses d'établissement de la canalisation :

Conducteurs principaux . . . . Fr.	12 200
Conducteurs secondaires.	5 400
Branchement des moteurs	13 200
Accessoires et pose	14 400
Total. . . . . Fr.	45 200

Dépenses de premier établissement. — Les dépenses de premier établissement se résument ainsi :

Transformation des appareils mécaniques en appareils électriques. . . . . Fr.		117 000
Accumulateurs. { Éléments . . . . Fr.	53 000	64 320
Accumulateurs. { Installations et accessoires .	10 720	
Canalisation		45 200
Total. . . . . Fr.		226 520

Dépenses annuelles d'exploitation. — Les dépenses annuelles d'exploitation se décomposent en *frais fixes* et en *frais variables :*

Frais fixes :

Intérêt et amortissement du capital :		
226520 francs × 0,08 = ... Fr.		18121 60
Entretien de l'installation :		
Appareils . . . . Fr. 117000	Fr. 172920 × 0,05 =	8646 »
Bâtiments et accessoires pour accumulateurs. 10720		
Canalisation 45200		
Accumulateurs . . . . 53600 × 0,10 =		5360 »
Personnel supplémentaire. 1 électricien . . . . Fr. 2000		6000 »
1 mécanicien. 2400		
1 chauffeur 1600		
TOTAL. . . . . Fr.		38127 60

Frais variables :

Consommation de houille, graisse et eau, 0 fr. 075 par kilowatt-heure aux bornes des génératrices, soit, par an, 188000 kilowatts-heures × 0 fr. 075 = . . . Fr.	14100 »
DÉPENSE ANNUELLE SUPPLÉMENTAIRE . . . Fr.	52227 60

Le coût du kilowatt-heure, aux bornes des moteurs, ressort ainsi à 0 fr. 27 pour la transmission de force.

Il y a lieu de remarquer que, dans le cas particulier, le prix du kilowatt se trouve grevé d'une somme assez importante, par suite de la nécessité où l'on se trouve d'avoir recours à des accumulateurs.

Conclusions. — On voit par ce qui précède que, pour actionner 44 électromoteurs d'une puissance variant de 2 à 15 chevaux, la dépense annuelle s'élève à environ 52000 francs, soit, en moyenne, à 1180 francs par moteur.

Au point de vue économique, il conviendrait de chiffrer la dépense qui résulterait de l'emploi de chevaux pour les manœuvres, de cabestans hydrauliques, de chariots transbordeurs à vapeur, de machines à vapeur pour conduites d'ateliers, de chariots à fosse pour locomotives, de pompes d'alimentation et de grues. Il est bien probable que, tous comptes faits, on arriverait à une dépense annuelle à peu près équivalente à celle que nous avons évaluée pour une installation par moteurs électriques.

Il est incontestable, qu'au point de vue pratique, l'électricité donnerait d'excellents résultats, et qu'on pourrait arriver à supprimer, sur certains points, une partie du personnel chargé de manœuvrer à bras les appareils mécaniques.

Nous n'avons pas la prétention d'émettre que les moteurs électriques doivent être appliqués dans tous les cas, mais nous sommes persuadés que l'on trouverait une économie de temps et d'argent en faisant un emploi judicieux de la transmission de force, dans les gares où l'on dispose d'une puissance motrice fournissant déjà l'énergie électrique pour l'éclairage.

G. DUMONT et G. BAIGNÈRES,
Ingénieurs des Arts et Manufactures.

TRAVAUX PUBLICS

TRAVAUX DU PORT DE CONSTANTZA (ROUMANIE)

La grande ligne ferrée qui met en communication la Roumanie avec l'Europe centrale et avec l'Allemagne du Nord par Bucarest, Orsova, Budapest et Vienne, se bifurque à Bucarest en deux branches qui, toutes les deux, aboutissent à la mer Noire, l'une, la branche roumaine, à Constantza, l'autre, la branche roumaine-bulgare, à Varna. Ces deux ports forment, avec celui de Bourgas, les principales escales entre Odessa et Constantinople. Chaque branche doit franchir le Danube, la première à Cernavoda, la seconde à Roustchouck, et jusqu'à ces derniers temps, il était nécessaire d'exécuter, sur ces deux points, un transbordement des voyageurs et des marchandises entre les deux rives, opération difficile et onéreuse, à cause de la largeur

FIG. 1. — Plan du nouveau port de Constantza, sur la mer Noire.

du fleuve, et même parfois impossible par les gros temps ou pendant la période des glaces.

La construction du magnifique pont de Cernavoda, inauguré en septembre 1895, vient de mettre fin à cet état de choses défectueux pour la branche roumaine, et constituer à son profit un avantage considérable. Aussi le Gouvernement roumain, désireux de pousser, le plus rapidement possible, à leur maximum, les conséquences économiques de cette importante amélioration, a décidé de créer, à Constantza, un port doté de toutes les ressources de l'outillage moderne, tant au point de vue de l'organisation et du nombre des voies ferrées qui le relieront à la ligne principale, qu'à celui des emplacements et des disposition des môles et bassins destinés à l'accostage et au déchargement des navires, et enfin des formes ou instruments de radoub qui compléteront l'ensemble des installations.

Les ouvrages du port de Constantza se composent (fig. 1) : d'une digue du large, de 1 378m 51 de longueur, orientée presque est-ouest, qui s'enracine au rivage par des fonds de 1 mètre et atteint au musoir ceux de 10 mètres; d'une digue d'entrée et d'une digue dite du sud formant traverse par rapport à la précédente, et laissant entre leurs musoirs une passe de 160 mètres de largeur. La digue du sud vient se rattacher au rivage, de manière à protéger les terre-pleins destinés à la gare maritime et aux magasins.

Contre la digue du sud est établi le môle aux charbons qui a 264 mètres de longueur vers l'intérieur et 319 mètres à l'extérieur, avec une largeur uniforme de 72 mètres; le bassin aux pétroles protégé par une estacade lui est adjoint. Des deux autres môles, l'un, de 300 mètres de long sur 130 mètres de large, dit môle neuf, est attribué aux dépôts de matériaux et à des magasins, et le second dit môle vieux, de 250 mètres de long sur 90 mètres de large, doit servir pour des usages analogues.

Le vieux bassin ou bassin principal, précédé d'un avant-port de 39 hectares de superficie et limité par les deux môles dont nous venons de parler, présente lui-même une surface de 24 hectares. Il donnera accès, près du môle neuf, à deux formes de radoub qui seront construites ultérieurement pour les besoins des grands navires et un plan incliné pour les bateaux de tonnages inférieurs.

Le vieux bassin doit être principalement affecté aux exportations de grains qui constituent l'un des plus importants produits de la Roumanie. Il est, en conséquence, bordé, sur la face ouest, de magasins en silos au nombre de six, de 3 200 mètres carrés de surface chacun, qui sont desservis, du côté de la terre, par un faisceau de voies de triage dont nous parlerons ultérieurement et, du côté de la mer par des voies spéciales reliées par plaques tournantes à trois wharfs. La face nord du même bassin est également occupée par des magasins en communication par un réseau de voies ferrées, avec l'ensemble de la gare maritime.

Les terre-pleins conquis sur la mer et qui s'étendent du pied des falaises aux crêtes des murs de quai comprennent une superficie totale d'environ 90 hectares.

Le périmètre des quais, y compris celui des môles, atteint 3370 mètres, et la surface totale des bassins est de 83 hectares environ.

Tout le port doit être creusé jusqu'à une profondeur de 8 mètres au-dessous des eaux moyennes, de manière à pouvoir recevoir en tout temps les plus grands navires. L'ensemble des dragages nécessaires tant pour le creusement que pour obtenir l'assiette des murs de quais et des digues, s'élève à 1 026 000 mètres cubes; ce chiffre ne comprend pas les dérochements proprement dits, dont l'importance est prévue à 105 000 mètres cubes.

Les digues sont formées d'un massif de blocs artificiels en béton arrimés et reposant sur une infrastructure en enrochements naturels. Du côté du large, les enrochements sont défendus par un revêtement en blocs artificiels. La partie supérieure du corps de la digue est formée d'un massif de béton coulé sur place, au-dessus duquel s'élève, sur une certaine longueur, un mur d'abri en maçonnerie de ciment.

Les murs de quai sont formés d'un massif supérieur en maçonnerie reposant sur un massif de blocs artificiels en béton également arrimés. Ces derniers reposent, à leur tour, sur une infrastructure en enrochements naturels, là où la profondeur et la nature du sol l'exigent.

Le cube des enrochements prévus atteint 222 000 mètres cubes, celui du béton à employer en blocs artificiels 135 000 mètres cubes, et celui du béton à couler au-dessus des blocs 13 000 mètres cubes.

Les produits des dragages de bonne qualité, serviront à remblayer en arrière des murs de quais pour constituer les plates-formes qui seront terminées par des emprunts faits à la falaise qui borde la baie de Constantza.

Tous les matériaux de construction du port, y compris les enrochements, sont extraits d'une carrière dite de Canara, mise par l'État roumain à la disposition des entrepreneurs. Ces derniers l'exploitent eux-mêmes à l'aide d'une voie ferrée de 8 kilomètres de longueur qui fait partie de l'ensemble des travaux soumissionnés.

La gare maritime est largement prévue, et présente des dispositions remarquables pour réduire autant que possible l'emploi de plaques tournantes dans les manœuvres. Elle comporte cinq groupes spéciaux partant d'un tronc commun qui se relie à la ligne principale de Cernavoda-Constantza. Le premier groupe dessert, par deux faisceaux de quatre voies chacun, les deux quais du môle à charbon et du bassin aux pétroles. Le second comprend quatre voies simples accostées de voies de garage et est affecté au môle neuf, sur lequel les communications entre les voies parallèles sont assurées à l'aide de transversales et de plaques tournantes. Un troisième se compose de sept voies principales dont l'une (extérieure) sert au dégagement, et chacune des six autres (intérieures) est affectée au service d'un des six magasins en silos; ce faisceau se prolonge en une gare de triage comprenant quinze voies auxiliaires et reliées par trois lignes principales au tronc commun. Le quatrième groupe présente, comme le précédent, sept voies distinctes et aboutit aux magasins du quai nord du bassin vieux : des embranchements vont ensuite au môle vieux. Enfin le cinquième faisceau doit être affecté aux entrepôts particuliers prévus au pied des falaises.

Les dépenses de premier établissement, comprenant l'exécution des bassins, des plates-formes et du chemin de fer qui relie le port à la carrière de Canara, s'élèvent à 26 millions de francs. Ce chiffre ne comprend pas le prix des formes de radoub.

Les projets ont été dressés par la Direction du Service hydraulique fluvial et maritime du Ministère des Travaux publics de Roumanie, avec les avis de M. Guerard, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Directeur des travaux du port de Marseille.

A la suite d'une première adjudication restreinte, faite en juin 1895, M. Adrien Hallier, entrepreneur de travaux publics, à Paris, avait été déclaré adjudicataire de la première partie des travaux qui s'élevait à environ 12 300 000 francs. En mars 1896, le Gouvernement roumain a présenté au Parlement et fait adopter par lui, une loi qui confère à M. Hallier l'entreprise de la totalité des travaux du port. La durée fixée est de six ans.

G. Richou,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

MÉCANIQUE

TRANSPORTEURS PNEUMATIQUES
pour la manutention des grains.

Depuis un certain temps déjà on utilise les ventilateurs pour l'élévation et le transport des grains et autres matières légères de même nature. On peut résoudre ce problème en opérant soit par aspiration soit par refoulement et nous allons étudier séparément l'application de chacun de ces deux systèmes.

1° Manutention par aspiration. — Un transporteur ou élévateur aspirant se compose, en principe (fig. 1 et 2), d'un ventilateur à haute dépression A qui fait le vide dans un réservoir étanche spécial B appelé séparateur. Ce séparateur reçoit, à sa partie supérieure, l'extrémité d'un tuyau C dont l'extrémité inférieure plonge dans un entonnoir E renfermant la matière à élever.

Le vide produit par le ventilateur se transmet à l'extrémité du tuyau C, il s'y produit un appel énergique d'air qui entraîne dans le séparateur les matières placées dans l'entonnoir. Ce séparateur est muni, à sa partie inférieure, d'une soupape à contrepoids qui ne s'ouvre que lorsqu'une certaine quantité de grain se trouve accumulée au fond du séparateur et permet d'éviter ainsi les rentrées d'air dans ce dernier. Les poussières que renfermait le grain sont aspirées et refoulées par le ventilateur, soit dans l'atmosphère, soit dans une chambre à poussières où elles se déposent.

On règle la proportion d'air et de grain à aspirer au moyen d'une vanne spéciale disposée sur la trémie au bas de la colonne montante C.

Ce système présente l'avantage de permettre la séparation des poussières que renferme le grain manutentionné, mais, par contre, il ne se prête que difficilement aux transports horizontaux, car la dépression minimum a lieu à l'extrémité inférieure du tuyau d'aspiration, c'est-à-dire au point où, précisément, elle aurait besoin d'être maximum afin de pouvoir mettre plus facilement le grain en mouvement.

Les figures 1 et 2 représentent une installation de ce genre établie par M. E. Farcot, au moulin de M. Simon, à Vouziers. La hauteur d'aspiration est de 22 mètres; le ventilateur employé est du type à haute dépression, le diamètre de sa turbine est de 1m 500 et il tourne à une vitesse de 1 100 tours par minute en produisant un vide de 600 millimètres d'eau. Ce ventilateur est actionné par une courroie montée sur un moteur électrique d'une force de 15 chevaux, tournant à 1 600 tours et la quantité de grain élevée par heure est de 15 000 kilogrammes.

2° Manutention par refoulement. — En cherchant à réaliser le transport horizontal et à augmenter le rendement, le même constructeur a été amené à étudier un type spécial d'élévateur soufflant. Les premiers essais ont porté sur des dispositifs analogues aux injecteurs, mais ce système n'est avantageux que pour la manutention des ma-



tières légères et à la condition seulement qu'il n'y ait pas à vaincre de trop grandes résistances.

Dans la plupart des cas on est obligé d'employer un distributeur sous pression. L'élévateur-transporteur se compose alors (fig. 3 et 4) d'un formant coussinets; à l'intérieur tourne un distributeur composé de huit palettes formant augets; le grain de la trémie tombe dans les augets et descend dans le second cylindre où il se trouve entraîné par l'air provenant du ventilateur. Le mouvement de rotation du dis-

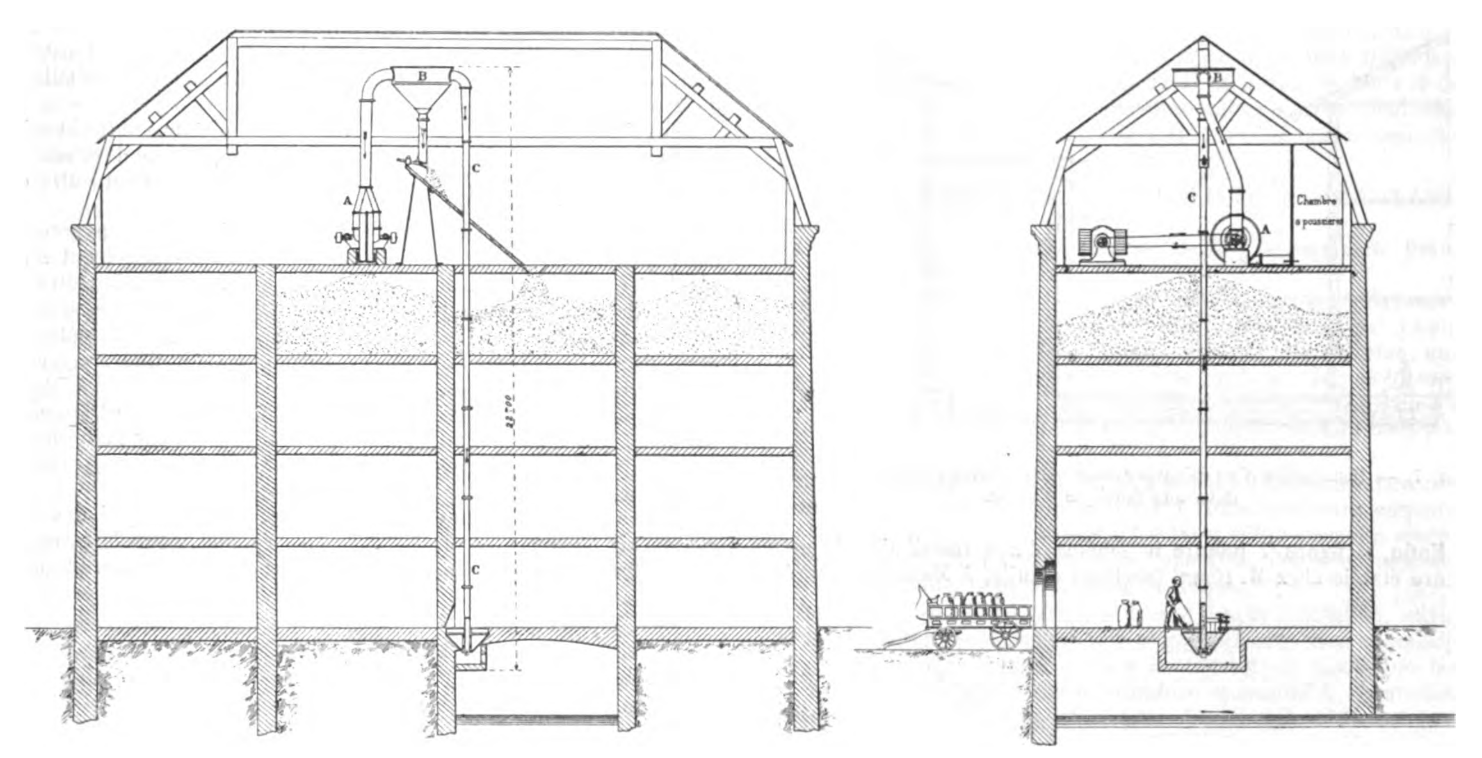
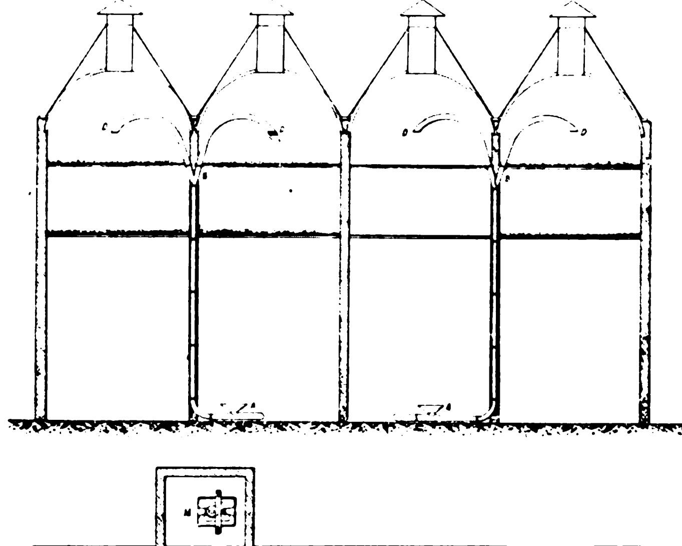


Fig. 1 et 2. — Coupes longitudinale et transversale d'une installation d'élévateur pneumatique aspirant, dans un moulin.

ventilateur pouvant donner, au besoin, une pression de $0^{m}800$ à 1 mètre d'eau; l'air ainsi comprimé se rend à la trémie de chargement qui est surmontée du distributeur servant à introduire dans le courant d'air la matière à transporter.

Ce distributeur (fig. 5 et 6) est constitué par deux cylindres à axe horizontal superposés; le premier porte à sa partie supérieure une trémie de chargement et il se raccorde, par sa partie inférieure, avec le deuxième cylindre dans lequel arrive le courant d'air et où se fait le mélange du grain. Les deux extrémités du cylindre sont fermées par des fonds



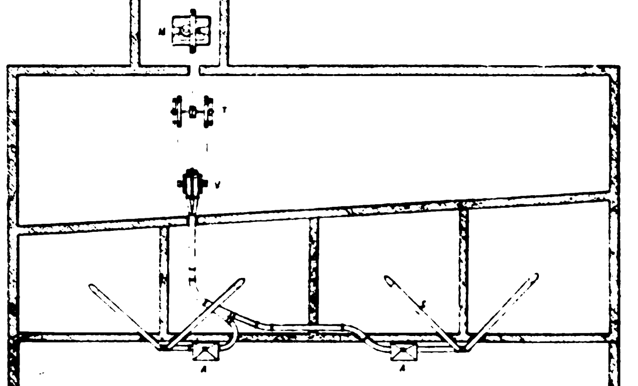


Fig. 3 et 4. — Coupe et plan d'une installation d'élévateur transporteur soufflant, dans une brasserie.

tributeur est obtenu au moyen d'un engrenage commandé par une petite turbine à vent actionnée par une dérivation du courant d'air principal.

Le rendement de cet appareil est supérieur à celui de l'aspirateur, car ici, la pression du courant d'air est précisément maximum à l'endroit où l'on introduit le grain, ce qui permet de lui imprimer plus facilement la vitesse nécessaire à son déplacement, et, une fois cette vitesse acquise, elle peut être facilement maintenue constante avec une très faible dépense d'énergie.

Une installation de ce genre (fig. 3 et 4) fonctionne chez MM. Lescernez, brasseurs, à Armentières. Elle comporte quatre tourailles, dont trois seulement sont utilisées, la quatrième restant en réserve; le grain germé est étalé sur les germoirs à raison de 2 500 kilogr. par touraille, ce qui, en admettant 80 % d'eau dans le grain, représente 4 500 kilogr. de matière à élever par touraille, soit en tout 13 500 kilogrammes.

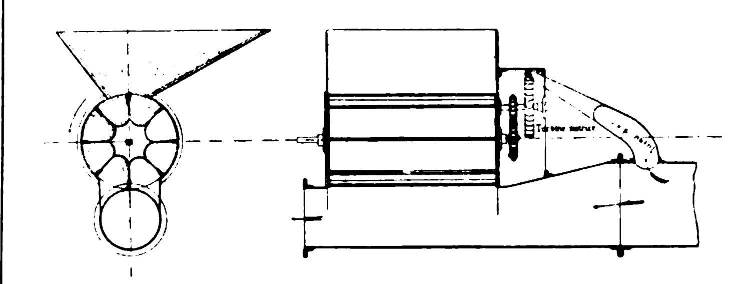


Fig. 5 et 6. — Distributeur sous pression pour l'alimentation d'un élévateur-transporteur soufflant.

Une fois le ventilateur mis en mouvement et la vanne de direction disposée pour la touraille que l'on désire charger, il suffit de jeter à la pelle, d'une manière continue, dans la trémie de chargement, le grain que l'on désire élever. Dès qu'une des tourailles est remplie on manœuvre, sans arrêter le ventilateur, la vanne de direction et l'on continue de charger la touraille suivante. La durée de chargement est de 14 minutes par touraille, soit de 42 minutes pour l'ensemble de l'installation, ce qui correspond à une élévation de 18 000 kilogr. par heure, la vitesse de translation du grain étant d'environ 22 mètres par seconde; tandis que, avec le système de tire-sac précédemment employé, le chargement exigeait une heure et demie, soit le double de temps; de plus, cette manutention fatiguait les ouvriers et écrasait une grande quantité de grains.

Ce système de transport produit une ventilation énergique très favorable à la germination des grains, en les séparant les uns des autres et en en desséchant la surface.

Le ventilateur employé tourne à raison de 1 250 tours par minute

et fournit une pression de 800 millimètres d'eau en employant une force de 30 chevaux.

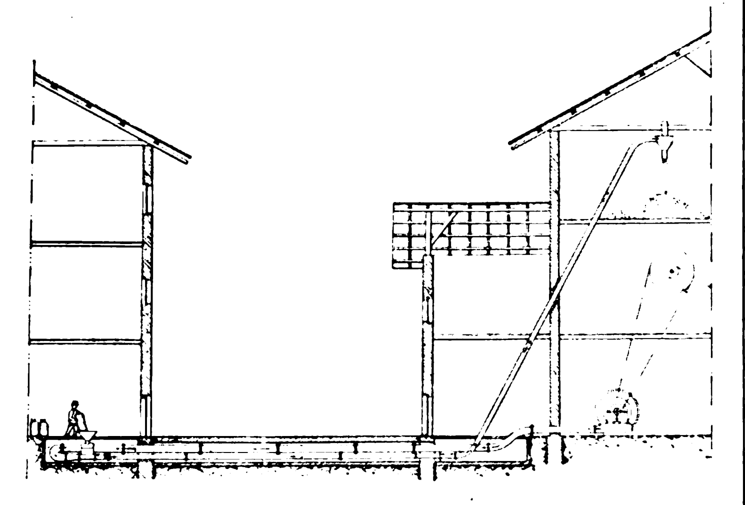


FIG. 7. — Installation d'un élévateur-transporteur avec transport horizontal, dans une fabrique d'huile.

Enfin, la figure 7 montre le schéma d'une installation du même genre établie chez M. Roux, fabricant d'huile, à Marseille, et réalisant en même temps le transport horizontal et l'élévation des matières manutentionnées.

On sait que dans les huileries et dans les moulins à blé les primes d'assurance contre l'incendie sont beaucoup plus élevées pour les bâtiments renfermant des machines ou situés dans le voisinage de ces dernières que pour ceux qui en sont éloignés. On a donc tout intérêt à conserver en stock, dans les bâtiments de travail, le minimum de marchandises et à ne les y amener qu'au fur et à mesure de la production et des besoins. Ordinairement, jusqu'à ce jour, on résolvait la question de ces transports en employant un système de chaines ou de courroies toujours très encombrant et coûteux ; au contraire, le transport par ventilateur supprime tous ces inconvénients, l'installation se réduisant alors à un ventilateur et à une conduite métallique de faible diamètre.

Dans l'installation établie chez M. Roux, la distance entre le point de chargement du grain dans le magasin et son point de déversement dans le moulin est de 70 mètres, la différence de niveau entre ces deux points étant de 14 mètres.

Un tuyau de 360 millimètres de diamètre amène l'air sous pression dans le magasin, où se trouve une trémie B de chargement semblable à celle que nous avons décrite plus haut. La pression du vent à la sortie de la trémie est de 450 millimètres d'eau; cette pression est fournie par un ventilateur E. Farcot (fig. 8 à 11), de 2 mètres de diamètre, actionné par courroie et pouvant fournir une pression de 600 millimètres d'eau. La quantité de grain ainsi transporté à 70 mètres de distance, puis élevé à 14 mètres de hauteur, est de 100 tonnes par vingt-quatre heures; le parcours total effectué par l'air, depuis le ventilateur jusqu'à son point de sortie de l'appareil, est de 120 mètres.

Comme on le voit par ces différents exemples, l'emploi des courants d'air fournit une solution des plus élégantes pour le transport des matières légères et peu volumineuses; ce système semble donc susceptible de recevoir de nombreuses applications, d'autant plus qu'il ne comporte que des pièces robustes et peu encombrantes et que, dans certains cas, il peut exercer une influence favorable sur les matières ainsi manutentionnées.

FIG. 8, 9, 10 et 11. — Élévation, coupe et plan d'un ventilateur système E. Farcot.

A. B.



CHIMIE INDUSTRIELLE

LE PÉTROLE

Gisements, essais des huiles, épuration, principales applications industrielles.

(Suite [1].)

Propriétés et composition des pétroles. — Les différents pétroles naturels présentent entre eux des différences considérables aussi bien dans leurs propriétés physiques que dans la nature et la proportion des différents éléments qui entrent dans leur composition. L'ouvrage de MM. Riche et Halphen spécifie celles qui ont trait à l'odeur, à la couleur, à la densité, au coefficient de dilatation, à l'action de la chaleur et du froid, au pouvoir calorifique.

Au point de vue de leur composition chimique, les pétroles sont principalement des composés binaires de carbone et d'hydrogène, renfermant des proportions variables d'oxygène. Ils renferment, en minimes quantités, de l'azote et du soufre.

Comme hydrocarbures, on y rencontre des carbures saturés appartenant à la série grasse, c'est-à-dire répondant à la formule $C^n H^{2n+2}$; ils constituent les portions les plus volatiles de l'ensemble. A côté de ces carbures saturés se trouvent, en proportions moindres, des hydrures aromatiques $C^n H^{2n}$, des carbures éthyléniques $C^n H^{2n}$ et acétyléniques $C^n H^{2n-2}$, des carbures aromatiques $C^n H^{2n-6}$ et quelques-uns de leurs produits de condensation moins riches en hydrogène. Les pétroles américains tiennent souvent en dissolution des gaz combustibles, formés surtout par du méthane et ses homologues, de l'hydrogène et petites quantités d'oléfines. MM. Riche et Halphen étudient chacun des composés ci-dessus et fixent les différences que présentent, à leur point de vue, les pétroles de diverses provenances.

Les huiles américaines donnent, à la distillation, une plus grande quantité de produits légers et de paraffine que les produits similaires des autres pays. Elles sont presque uniquement composées de carbures appartenant à la série forménique et chez lesquels la teneur en carbone croît depuis le butane ($C^4 H^{10}$) jusqu'aux paraffines qui représentent les termes les plus élevés de la série.

Les pétroles de Russie, moins riches en produits légers que les précédents sont, par contre, d'un excellent rendement en huiles lourdes, mais ils ne renferment que de petites quantités de paraffine, ce qui fait que l'action du froid les congèle moins facilement que les huiles américaines. Leurs fractions légères, passant à la distillation à une température inférieure à 60°, sont composées d'hydrocarbures de la série forménique. La portion bouillant entre 150 et 180° est surtout formée par des hexalydrures aromatiques. Ainsi donc, tandis que les huiles américaines peuvent être envisagées comme presque uniquement formées de carbures de la série grasse, les pétroles de Russie ne contiennent qu'une faible proportion de ces produits, mais sont riches en naphtènes.

Tandis que le pétrole du Hanovre se rapproche par ses caractères et sa composition des produits russes, celui d'Alsace se rapproche des huiles américaines. Celui de Galicie jouit de propriétés intermédiaires entre celles de ces deux classes de produits.

Fractionnement des pétroles par la chaleur. — Il y a donc de profondes différences dans les proportions d'essences, d'huiles lampantes et d'huiles lourdes fournies par les produits des différents pays. Des différences existent aussi, dans un même pays, pour les huiles de ses diverses régions, et parfois, dans un même puits, pour diverses profondeurs. Aussi la détermination des quantités des différents produits commerciaux qu'on peut extraire d'une huile donnée constitue pour le raffineur un problème des plus importants et des plus délicats. La solution en est encore rendue plus difficile par ce fait que, par suite de la faible stabilité de certains principes, entrant dans la composition des huiles minérales, ces dernières peuvent fournir des résultats variables suivant l'allure de la distillation. En revanche cette instabilité peut donner lieu à des produits nouveaux utilisables par l'industrie : ainsi, pour obtenir le rendement maximum en huiles légères, il suffit de prolonger l'action de la chaleur vers le milieu de la distillation.

MM. Riche et Roume ont rapporté d'Amérique un grand nombre d'échantillons authentiques de pétroles bruts de ce pays; ils les ont soumis à la distillation dans des conditions absolument comparables, et ils ont consigné les résultats obtenus sur un tableau que donne l'ouvrage. Un autre tableau du même genre se rapporte à des huiles russes.

Distillation et raffinage du pétrole. — En Amérique, le raffinage du pétrole qui s'opère encore d'une façon assez peu économique dans quelques petits centres de production, se fait dans de très bonnes conditions, dans les grandes usines de la *Standard Company*, qui a réuni dans ses mains, ou celles de ses associées, les 85 centièmes environ du transport et du raffinage. Les procédés varient non seulement avec la nature de l'huile à traiter, mais surtout avec le cours des nombreux produits qu'on en extrait; essences, huiles lampantes, huiles lubrifiantes, paraffines, vaselines. Les essences, par exemple, sont-elles demandées, le raffineur américain, qui a à sa disposition, toutes les huiles de qualités diverses que nous avons énumérées, distille les huiles de Washington et de Mac-Donald, et le bénéfice sur la vente de l'essence lui permet de baisser le prix des autres produits, pour que ceux-ci ne s'entassent pas chez lui. L'huile pour le graissage, la paraffine sont-elles en hausse, il traite les huiles de Bradford et d'autres plus lourdes; celle pour le chauffage vient-elle à diminuer, le *Standard Company* active le travail dans ses usines de Lima et de Chicago. L'huile lourde, l'huile brute elles-mêmes s'accumulent-elles dans les entrepôts, ou bien le charbon éprouve-t-il une hausse, on s'en sert comme combustibles pour le raffinage.

MM. Riche et Roume donnent le détail du raffinage dans quatre cas bien différents :

1° Dans l'usine relativement modeste de la Compagnie de Bear-Creek, près Pittsburg;

2° Dans la grande raffinerie de la *Standard Company*, à Bayonne, près New York (qui distillait en janvier 1892, 13000 barils par jour);

3° Dans la raffinerie de Point-Breeze, près de Philadelphie, qui traite à peu près la même quantité d'huile brute que la précédente;

4° Dans l'immense usine, que la même compagnie a installée à Whiting, près Chicago et qui traite annuellement 10 millions de barils d'huile de Lima.

Cette dernière installation donne aux auteurs l'occasion de décrire la désulfuration du pétrole, par le procédé à l'oxyde de cuivre, employé chez nous pour désulfurer les eaux glycérinées sulfureuses des savonneries de Marseille. On y trouvera aussi l'épuration des divers produits par l'acide sulfurique, l'eau et la soude caustique.

Le raffinage consiste, on le sait, dans une simple distillation, suivie d'une condensation qu'on opère très soigneusement, avec beaucoup d'eau et dans un très grand nombre de tuyaux, de façon que les liquides soient recueillis à basse température et soumis à l'épuration chimique, aussi froids que possible, pour diminuer le déchet.

Principaux produits. — La série des produits obtenus se rapproche plus ou moins de la suivante, qui est celle obtenue à l'usine de Bayonne :

1° Naphtes légers, jusqu'à la densité de 0,705;
2° Naphtes lourds, de 0,705 à 0,744;
3° Naphtes extra-lourds ou light distillate jusqu'à 0,765;
4° Water-white, jusqu'à 0,795;
5° Heavg (lourd) distillate, jusqu'à 0,825;
6° Slops, jusqu'au point où l'huile est très brune;
7° Coke et tar.

Le *naphte léger* est vendu directement comme naphte brut, en Europe ou en Amérique, ou distillé à la vapeur comme naphte, ou fractionné en cymogène, rigolène, gazoline, naphte léger pour éclairage et chauffage, naphte lourd pour remplacer l'essence de térébenthine et pour le chauffage.

Le *naphte lourd* est divisé, par une nouvelle distillation, en benzine (qui est mélangée avec la portion la plus lourde du naphtol léger) et en light-distillate.

Le *naphte extra-lourd* ou *light distillate* est mêlé avec le *heavy distillate*, en proportion convenable pour former des produits de la couleur, de la densité et de l'inflammabilité demandées. L'ensemble est, après épuration à l'acide et à la soude, le *standard-white* ou *export oil*, dont l'espèce la plus demandée est le pétrole allemand et anglais, ayant pour point d'éclair 21 à 24 degrés centigrades.

Le *whater-white* n'a qu'à être épuré pour devenir l'huile blanche, consommée aux États-Unis et dans quelques autres contrées.

Le *slop* est vendu aux compagnies gazières comme huile à gaz, ou remis avec de l'huile brute nouvelle dans les chaudières de distillation.

Le *coke* est employé comme combustible. Le *tar* est pris par les fabriques de paraffine et de produits lubrifiants, qui en extraient la *vaseline*, la *cire de paraffine*, de nombreux *produits lubrifiants*, l'*huile de gaz*, les *cires de queue*.

Rendement des huiles brutes. — Le rendement des huiles brutes de pétrole, de la nature de celles que nous recevons en France, dépasse en Amérique 92 % en poids; il atteint 94 à 95 %, dans les raffineries perfectionnées, quand on n'opère pas des fractionnements nombreux pour en retirer les diverses espèces de naphtes et les produits paraffineux à l'état de pureté.

En France, le raffinage du pétrole américain s'effectue d'une façon différente, suivant qu'on a ou non en vue l'extraction de la paraffine.

En somme, les systèmes américain et français ne diffèrent guère que par la manière de terminer le traitement. En Amérique on distille de premier jet, jusqu'à ce que l'huile qui passe soit assez concentrée par la distillation et par la dissociation pour qu'on retire économiquement la paraffine; c'est le cas général. Il est rare qu'on se serve du résidu de la distillation pour fabriquer des huiles lourdes sans séparation de la paraffine, parce que les produits obtenus dans ces conditions sont de basse qualité, se troublent et se figent à trop haute température.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 22, p. 345.

D'autre part, la fabrication de la vaseline est relativement peu importante. En France, on arrête la distillation vers la fin, et on transporte le goudron épais qui reste, dans un *black-pot*, où on le chauffe jusqu'au coke. Or, si au début la distillation du pétrole paraît n'avoir d'autre effet que de séparer les produits existants, quand elle est poussée trop loin, elle donne lieu à une véritable décomposition en coke, gaz e oléfines liquides; mais, ces dernières sont, pour l'éclairage, de qualité inférieure aux hydrocarbures saturés naturels du pétrole.

La méthode américaine, en retirant de l'huile brute les produits qui s'y trouvent, sans leur faire subir d'altération sérieuse, semble à MM. Riche et Halphen plus logique que la méthode française qui s'efforce de changer les huiles lourdes, excellentes pour le graissage, et la paraffine, à valeur marchande élevée, en huile d'éclairage dont la mauvaise qualité altère celle des huiles auxquelles on les incorpore.

Ce n'est probablement pas l'avis des raffineurs français, auxquels ces observations n'ont certainement pas échappé, et qui doivent avoir de bonnes raisons de procéder autrement.

Voici maintenant, brièvement résumées, les principales propriétés et applications des différents produits que nous avons énumérés.

Emploi des divers produits. — *Essences.* — Le *cymogène*, qui est gazeux à la température ordinaire, puisqu'il ne se liquéfie que vers 0°, est utilisé pour la fabrication de la glace.

Le *rigolène*, qui bout à 18°,3, et a une densité de 0,600, est employé en médecine comme anesthésique.

L'*éther de pétrole* (densité 0,650 à 0,660; point d'ébullition 40° à 60°) sert à dissoudre le caoutchouc, les huiles grasses, à carburer l'air pour la fabrication du gaz.

Les *gazolines*, qui ne sont autres que ces produits complexes obtenus par la rectification des essences, sans isoler les produits très volatils, dont nous venons de parler, ont une densité fort variable, de 0,635 à 0,690. Elles servent à la carburation du gaz, au chauffage (cuisine, petite industrie), à l'éclairage des rues, à la dissolution des résines, des essences, dans la fabrication des vernis et des toiles cirées, à l'extraction des huiles de graine.

Le *naphte* (densité de 0,680 à 0,736; point d'ébullition de 80° à 110°) sert aux mêmes usages que les gazolines, auxquelles il est préféré dans les pays chauds. Une variété de *ligroïne*, qui bout de 80° à 120°, et dont la densité est de 0.710 à 0.730, est employée comme dissolvant en pharmacie, comme combustible dans les lampes à éponge, etc.

La *benzine* (densité 0,720 à 0,745; point d'ébullition 120° à 150°) est très employée pour dégraisser, détacher, pour nettoyer les caractères d'imprimerie, pour remplacer l'essence de térébenthine dans les vernis, peintures, etc. C'est dans cette catégorie qu'il faut ranger l'*heavy naphta* ou essence lourde, d'un usage considérable pour le chauffage.

Les *huiles d'éclairage* ou pétroles lampants sont les produits de densité supérieure à celles des précédents. On les titre par la couleur et par la combustion.

La couleur varie du jaune pâle *(standard-white)*, au blanc paille *(prime-white)* et à la teinte de l'eau *(water-white)*.

L'essai par combustion *(fire-test)* s'effectue de deux façons très différentes : Ou bien, on détermine le degré de chaleur nécessaire pour que l'huile chauffée en présence de l'air donne lieu à une explosion accompagnée d'une flamme qui s'éteint aussitôt : c'est le *point d'éclair (flashing point)*. Ou bien, mais plus rarement, on détermine le degré de chaleur nécessaire pour que l'huile, ayant pris feu à l'air libre, continue à brûler *(burning point)*.

Un des meilleurs appareils, pour déterminer le « point d'éclair » est celui de M. Abel : l'huile est vaporisée dans un espace clos, au contact d'un volume d'air toujours le même; à intervalles égaux une petite lampe est amenée à la surface du réservoir à huile ; on note la température, au moment où l'éclair apparaît. Cet appareil est usité dans beaucoup de pays, notamment en Angleterre et en Allemagne.

En France, l'arrêté ministériel du 5 septembre 1873, a prescrit l'emploi de l'appareil Gravier. C'est un appareil ouvert, dans lequel le liquide monte par une mèche fixe au point où l'éclair se produit ; grâce à cela, il donne des résultats plus précis que la plupart des appareils ouverts, dans lequel l'éclair se produit sur toute la surface du bain liquide ; il est très portatif et très simple.

Pour terminer le *burning-point*, on fait généralement usage de l'appareil Sayboldt. Il consiste essentiellement en une petite capsule en cuivre, chauffée au bain-marie par une lampe à alcool ; deux thermomètres donnent, l'un la température du bain, l'autre celle de l'huile. Au moyen de deux petites piles au bichromate, on fait jaillir de très fines étincelles au-dessus de la surface du bain d'huile. A un moment donné, la vapeur d'huile prend feu avec explosion, puis s'éteint : c'est le *flashing point*, qu'on peut noter. En continuant l'action du feu, un moment arrive où l'huile elle-même s'enflamme; on note le degré du thermomètre plongé dans l'huile : c'est le *burning point*.

Huiles lourdes. — Certaines huiles sont lourdes à l'état naturel : parmi elles, quelques unes sont employées sans aucun raffinage, mais la plupart sont distillées, en les surchauffant aussi peu que possible. La majeure partie des huiles lourdes est d'ailleurs extraite du résidu que laissent les huiles ordinaires, après l'extraction des essences et des produits lampants.

Dans quelques usines où l'on traite des pétroles ne contenant que des quantités très minimes de paraffines, on change directement le résidu en huiles de graissage, mais c'est encore une exception. Les huiles de graissage sont ordinairement constituées par les huiles plus ou moins lourdes qui restent après l'extraction de la paraffine. Leur densité est très variable, comme aussi leur viscosité, qui, à densité égale, est moindre que celle des huiles du Caucase.

Paraffines. — Les paraffines préparées aux États-Unis sont de trois sortes principales, qui se distinguent par leurs points de fusion : 51° 6, 53° 3, 56° 2. On les emploie pour l'éclairage, la préparation des tissus imperméables, la filature, la falsification des cires. Elles servent à enduire le bois, le liège, les métaux en vue de les protéger de l'humidité, de l'action des acides et autres corps corrosifs, à fabriquer des allumettes de première qualité, des vernis hydrofuges, de la vaseline artificielle, à empeser le linge et surtout à préparer les enveloppes des cartouches de dynamite et des poudres de mine et de guerre.

Vaselines ou pétréolines. — Ce sont des produits complètement neutres, fondant à 40° environ, très employés en pharmacie pour la préparation des pommades, et utilisés aussi pour le graissage, la conservation des peaux et des objets en métal.

Pétroles russes. — Arrivons maintenant aux pétroles russes. Les bruts de ce pays peuvent être considérés comme formés : 1° de carbures passant avant 150° et qui constituent les essences pures employées pour l'éclairage à cause de leur inflammabilité, et utilisées surtout comme dissolvants; 2° de carbures distillant entre 150° et 200°, constituant les pétroles d'éclairage proprement dits; 3° d'un résidu. Ce dernier distille en grande partie entre 280° et 400°, lorsqu'on fait intervenir la vapeur surchauffée et le vide : il donne aussi des huiles lampantes, des carbures utilisables comme dissolvants ou comme matière première pour la préparation du gaz riche, des huiles de graissage et des carbures à consistance molle, assez semblables à la vaseline.

Le combustible employé pour les opérations du raffinage est toujours le *mazout* ou résidu de naphte, qu'on divise à l'aide de pulvérisateurs. Ce mazout provient soit de la distillation, soit de son évaporation naturelle dans les lacs ou flaques qui se produisent autour des puits jaillissants du plateau de Balakhang. Ce résidu représente à peu près la moitié de la matière traitée; quant à la proportion d'huile lampante, qui en est extraite, elle ne dépasse pas 35 %.

Cette faible proportion n'avait pas permis jusqu'à ces dernières années aux industriels français de travailler avantageusement les huiles russes. Mais depuis la nouvelle législation, on introduit légalement en France, en lui faisant seulement subir le droit des bruts, un mélange de 90 % de distillation et de 10 % de mazout, préparé en Russie, et qui est, par conséquent, un pétrole enrichi en huiles lampantes. Le travail de ce produit dans notre pays est de date si récente, que le traitement n'en est pas encore bien fixé. Certains industriels en séparent 4 à 5 % de produits inflammables, qu'on débarrasse par la vapeur de leurs éléments les plus volatils; le résidu en est réuni à la fraction qui distille après ces premiers produits. De la sorte, on obtient environ 91 % de produits lampants que l'on mélange aux huiles lampantes américaines. Le résidu (9 %) est un mazout que l'on emploie pour le graissage, après l'avoir amené aux conditions exigées par l'industrie, notamment après avoir éliminé, par l'action de la chaleur, les portions volatiles qu'il peut renfermer.

D'autres industriels fractionnent, paraît-il, le produit russe en quatre parties : 1° produits inflammables; 2° huiles lampantes; 3° huiles intermédiaires; 4° mazout. Les produits inflammables seraient traités comme il a été dit. Les huiles lampantes ne seraient jamais mélangées aux huiles américaines. Les huiles intermédiaires seraient dissociées comme les produits similaires aux États-Unis. Le mazout serait intégralement employé pour le graissage.

En Autriche-Hongrie, on traite aussi des mélanges analogues à ceux qu'on importe en France à 85 à 90 % de distillation (produit d'une première distillation de naphte naturel, non raffiné à l'acide et à la soude, ayant une densité de 0,817 à 0,825) et 15 à 9 % de produits lourds (résidus ou naphte brut, de 0,830 à 0,840 de densité). Les plus légers de ces mélanges rendent au laboratoire 90 % d'huile lampante quand la distillation est poussée jusqu'à 300°.

MM. Riche et Halphen décrivent le traitement appliqué dans la raffinerie Wagenmann, à Vienne, qui traite 80 000 quintaux métriques par an ; dans celle de Fiume, la plus importante de l'Autriche-Hongrie (56 millions de kilogrammes de pétrole brut russe (70 %) et américain (30 %); dans celles de Trieste, de Budapest, de Cronstadt. On peut admettre que, par une opération bien conduite, 100 kilogr. de distillation russe, de densité 0,831 à 0,836, rendent :

88 à 84 % d'huile lampante de 0,821 à 0,825;
9 à 11 % d'huile lourde de 0,882 à 0,915;
3 à 5 %. de coke, gaz et résidu de battage.

(*A suivre.*)

Gérard Lavergne,
Ingénieur civil des Mines.
Ancien élève de l'École Polytechnique.



TRAMWAYS

TRAMWAY AUTOMOBILE AVEC MOTEUR A GAZOLINE

Abandonnant le système de traction électrique par station centrale, si répandu aux États-Unis, on a mis dernièrement en service dans les rues de Dayton (Ohio) un nouveau tramway à moteur indépendant à gazoline représenté par les figures 1, 2 et 3.

Le moteur se trouve placé sous la voiture, complètement caché à la vue, ainsi que les divers organes de transmission. Chaque voiture comporte deux moteurs actionnant un arbre transversal qui porte à ses deux extrémités un volant de 1 mètre de diamètre. Ces volants concourent à la marche régulière du tramway et facilitent la mise en route.

D'après l'*Engineering News*, auquel nous empruntons ces renseignements, il paraîtrait que l'emploi de deux moteurs distincts, à manivelles parallèles, développe une puissance notablement supérieure au double de celle que produirait une machine unique de mêmes dimensions.

Au milieu de l'arbre porte-manivelles est une poulie à friction A, de 0m 30 de diamètre et 0m 20 de large. Une poulie folle B est montée sur le châssis C et commande l'essieu moteur par l'intermédiaire de la poulie H.

Le châssis C est actionné par la vis D au moyen des tiges E et F, cette dernière commandée par le mécanicien. Entre les poulies A et B se trouve une poulie-volant G.

Quand on agit sur la tige E de façon que la vis D abaisse la poulie B, la transmission s'établit entre la poulie de commande A et l'essieu moteur H, et la voiture se met en marche. En même temps que la tige E abaisse le châssis C portant la poulie B, elle lève la poulie J destinée à la marche arrière.

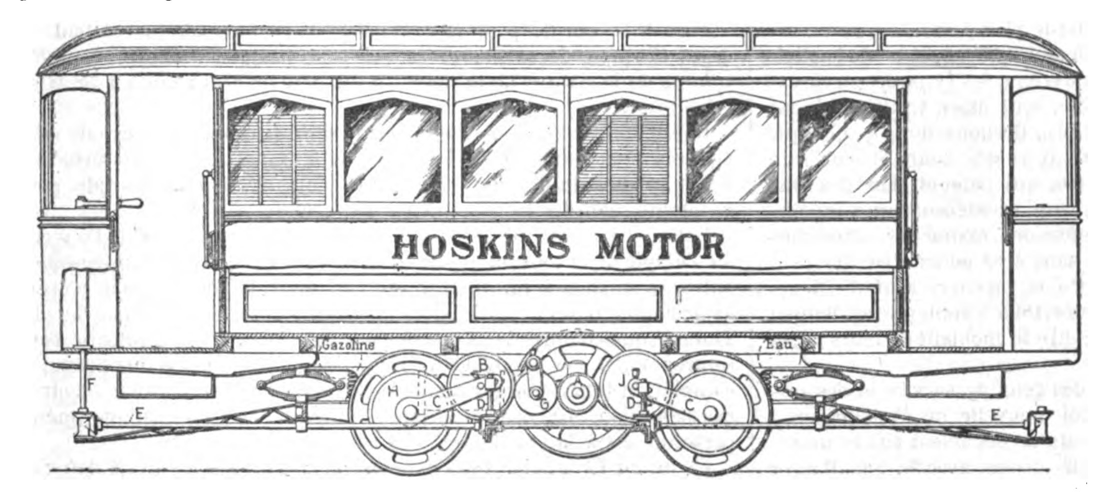
Ainsi la rotation de l'arbre F dans un sens produit la marche avant, et sa rotation dans le sens inverse produit la marche arrière. On comprend, dès lors, facilement, que l'arbre moteur et la poulie A continuent à tourner à blanc quand la voiture est à l'arrêt.

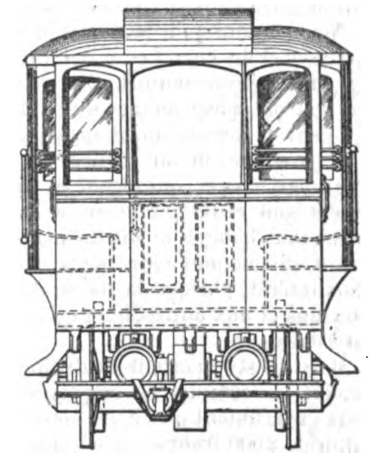
La gazoline est emmagasinée dans un cylindre en acier, timbré à 1 000 kilogr. par pouce carré ; de là, elle est admise dans les cylindres des moteurs, vaporisée et, finalement, explosée par une étincelle électrique.

Le courant est fourni par une batterie de quatre éléments logée sous les sièges de la voiture. Cette batterie p ut fonctionner quatre mois sans exiger d'être chargée à nouveau.

L'échappement des moteurs est reçu à travers deux tuyaux qui courent le long de la voiture, près du siège, et sont utilisés au chauffage pendant l'hiver. L'été, ces tuyaux sont déviés vers le bas.

A l'exception de ces tuyaux et de la batterie, tout l'appareil moteur est solidement fixé au châssis du tramway, de façon à réduire au minimum les vibrations.





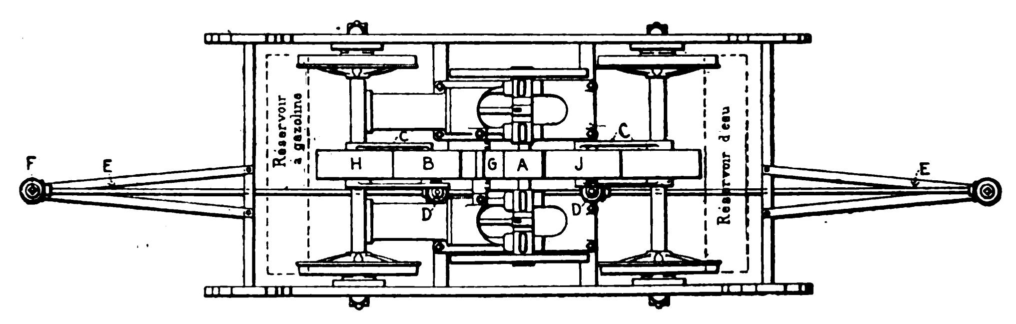


Fig. 1, 2 et 3. — Élévation, vue en bout et plan d'un tramway automobile avec moteur à gazoline.

Pour mettre les moteurs en marche, on actionne une manivelle à l'extrémité de l'arbre moteur, de façon à produire les explosions nécessaires. Un réservoir renferme l'eau destinée au refroidissement des cylindres, et cette eau s'écoule sans l'emploi des pompes.

Nous ne possédons pas de chiffres exacts concernant le fonctionnement du tramway ni les frais. Mais les constructeurs (Compagnie Hoskins) estiment que la dépense en gazoline n'atteint pas 1 kilogr. à l'heure pour un développement de 20 à 24 chevaux.

Quand la voiture est à l'arrêt, la dépense en gazoline est réduite au strict nécessaire pour conserver la rotation de l'arbre A.

JURISPRUDENCE

OBSERVATIONS PRATIQUES A PROPOS DE LA LOI
sur la saisie-arrêt des salaires et petits traitements.

La loi promulguée le 12 janvier 1895, relative à la saisie-arrêt des salaires et des petits traitements, et que le *Génie Civil* (1) a publiée en son temps, a profondément modifié les rapports existant entre les patrons et les ouvriers ou les petits employés chargés de famille, elle a complètement bouleversé les éléments du crédit des ouvriers, elle a enfin imposé aux patrons, tiers saisis, c'est-à-dire entre les mains de qui opposition est faite sur les salaires des ouvriers, des obligations et des charges nouvelles, sur lesquelles il nous a paru nécessaire de revenir pour les commenter et les expliquer au point de vue pratique.

L'article premier de cette loi dispose que les salaires des ouvriers et gens de service ne sont saisissables que jusqu'à concurrence du dixième quelque soit le montant de ces salaires, et, que les appointements ou traitement des employés ou commis, et des fonctionnaires ne sont également saisissables que jusqu'à concurrence du dixième lorsqu'ils ne dépassent pas 2 000 francs par an.

Antérieurement à la loi qui nous occupe, le patron qui recevait signification d'une saisie-arrêt sur les salaires d'un ouvrier ou sur les appointements d'un employé devait, pour agir prudemment et pour mettre sa responsabilité entièrement à l'abri, cesser de payer d'une façon absolue et complète, et retenir la totalité des salaires ou appointements jusqu'à ce que l'ouvrier ou employé eût fait décidé par le juge des référés ou par le tribunal, dans quelle mesure l'opposition frapperait à l'avenir, quelles sommes le patron devrait retenir et quelles sommes le salarié était autorisé à toucher malgré l'opposition en question.

Selon les circonstances, les chiffres des salaires, la nature de la dette, etc., les effets de la saisie-arrêt étaient restreints au tiers, au quart, au cinquième, au dixième, et l'ouvrier touchait le surplus. Mais il pouvait survenir une ou plusieurs nouvelles oppositions. La restriction des effets de la première saisie-arrêt n'était opposable qu'au premier saisissant, elle ne l'était pas aux créanciers qui venaient plus tard former à leur tour de nouvelles saisies-arrêts.

---

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVI, n° 25, p. 397.

A chaque nouvelle opposition le patron devait donc arrêter complètement les paiements, jusqu'à ce que l'ouvrier saisi eût fait régler au regard des nouveaux saisissants, dans les mêmes formes que pour le premier les effets de leur saisie-arrêt.

C'est encore ce qui devra avoir lieu et ce que devront faire les patrons qui recevront les oppositions sur les traitements de leurs *employés*, lorsque lesdits traitements dépasseront 2 000 francs par an, car la loi ne s'applique qu'aux salaires des ouvriers et gens de service à quelque chiffre qu'ils puissent se monter et aux appointements des employés inférieurs à 2 000 francs par an ou atteignant cette somme, mais non au delà.

Toutefois donc qu'il s'agira de saisies-arrêts formées sur des salaires d'ouvriers ou de gens de service, ou sur les appointements d'employés ne gagnant pas annuellement plus de 2 000 francs, la ligne de conduite des patrons est toute tracée par la loi : le patron devra à partir du jour de l'opposition retenir un dixième des salaires ou appointements pour le garder à la disposition du ou des créanciers qui y auraient droit et pourraient le réclamer en vertu de la distribution faite par le juge de paix comme il sera expliqué plus loin.

Nous pensons qu'il est inutile d'insister sur la désignation de l'article premier et de chercher à définir les ouvriers, les gens de service et les employés ou commis. Ces expressions sont assez courantes pour ne pouvoir guère donner lieu à difficultés. Bornons-nous à dire que les gens de service ou domestiques sont ceux qui donnent leur soin à la personne ou au ménage du maître, qui l'aident dans les travaux agricoles et qui logent et vivent dans sa maison; que les ouvriers sont ceux qui exercent des professions manuelles, généralement sans habiter le toit du maître et sans être nourris par lui.

Les distinctions entre gens de service et ouvriers sont d'ailleurs sans intérêt, puisque la loi du 12 janvier 1895 s'applique également aux uns et aux autres, quel que puisse être le montant de leurs gages ou salaires.

Mais il est important de distinguer des gens de service et des ouvriers, les commis ou employés, la loi nouvelle ne s'appliquant à ceux-ci qu'autant que leurs appointements ne dépassent pas le maximum de 2000 francs annuellement. Nous dirons avec M. Schaffauser qu'il faut réserver la qualification d'employés ou de commis aux aides secondaires et amovibles d'un maître, qui coopèrent avec lui par leur intelligence, à l'exclusion de ceux dont la coopération est principalement manuelle.

Antérieurement à la loi du 12 janvier 1895, ce n'est pas seulement par une saisie-arrêt que l'ouvrier ou l'employé pouvait être dessaisi de son salaire; il pouvait l'être par son consentement, par une cession faite à un tiers.

Il arrivait souvent que, poussé par un pressant besoin d'argent, l'ouvrier empruntait, et, pour garantie du remboursement de sa dette, cédait à son créancier une importante partie ou même la totalité de ses salaires à venir. Le créancier signifiait cette cession au patron qui, dès lors, était tenu de payer les salaires non à l'ouvrier, mais au cessionnaire, dans la proportion de la cession, et pendant longtemps, jusqu'à l'extinction de sa dette, l'ouvrier devait travailler sans toucher aucun salaire ou en n'en recevant qu'une partie infime, trop faible pour lui permettre de subvenir à ses besoins. C'est pour mettre fin à cet état de choses, pour protéger l'ouvrier contre lui-même, contre l'entraînement de disposer inconsidérément de ses salaires à venir, c'est-à-dire de son existence même, que la loi du 12 janvier 1895, dans son article 2, déclare que les salaires, appointements et traitements, visés par l'article premier, ne pourront être cédés que jusqu'à concurrence d'un autre dixième.

Il en résulte donc que les patrons ne doivent tenir compte d'une cession de salaires ou d'appointements que dans la proportion d'un dixième des salaires ou appointements cédés. Ce dixième ne se confondant pas avec le dixième retenu en vertu de la saisie-arrêt, si saisie-arrêt il y a, sauf bien entendu en ce qui concerne les cessions d'appointements par des commis ou employés gagnant plus de 2 000 francs par an, ceux-ci restant, comme par le passé, libres de céder la totalité de leur traitement.

Tout ce qui vient d'être dit relativement à la restitution à un dixième de la portion saisissable et à un autre dixième de la portion cessible des salaires et des petits traitements, ne s'applique pas, aux termes de l'article 3, aux saisies ou aux cessions faites pour le paiement des dettes alimentaires prévues par les articles 203, 205, 206, 207, 214 et 349 du Code Civil.

Rappelons donc, en quelques mots, quelle est la nature des dettes prévues par ces articles.

L'article 203 impose aux parents, par le fait seul du mariage, l'obligation de nourrir, entretenir et élever leurs enfants.

L'article 205 oblige les enfants à venir en aide à leurs père et mère et autres ascendants dans le besoin.

Les articles 206 et 207 étendent cette obligation aux gendres et belles-filles vis-à-vis de leurs beaux-parents, et réciproquement aux beaux-parents envers leurs gendres et belles-filles.

L'article 214 oblige le mari à pourvoir à l'entretien et à la nourriture de sa femme.

Enfin, l'article 349 impose l'obligation réciproque d'aliments entre adoptants et adoptés.

Donc, une saisie-arrêt faite par une femme divorcée et gardienne de son enfant sur les salaires de son mari, en vertu du jugement de divorce qui aurait condamné le mari à lui servir une pension alimentaire pour elle-même, ou une pension alimentaire pour l'enfant (et de même bien entendu si la saisie était formée par le mari sur les salaires de la femme), ou une saisie-arrêt formée par les père, mère, même à titre adoptif, beau-père, belle-mère, ascendants ou descendants quelconques, en vertu d'un jugement condamnant à une pension alimentaire, frapperaient sur la totalité des salaires et appointements, quel qu'en soit le chiffre.

Il appartiendrait aux tribunaux seuls de réduire les effets d'une semblable opposition et tant qu'une décision de cette nature ne serait pas intervenue, le patron devrait retenir à l'ouvrier saisi la totalité de ses salaires, à peine d'engager sa responsabilité vis-à-vis du saisis ant et de risquer d'être obligé de lui payer une seconde fois ce qu'il aurait déjà payé une première fois à l'ouvrier.

D'où la nécessité pour le patron de lire et d'examiner attentivement l'exploit de saisie, arrêt qui lui est signifié et de se rendre compte de la nature de la dette, et du titre en vertu duquel la saisie est pratiquée.

De même une cession faite en vertu d'un titre de la nature de ceux énoncés plus haut et pour le paiement d'une dette de cette sorte porterait au delà du dixième et le patron devrait en tenir compte pour la totalité selon les termes mêmes de l'acte de cession.

Enfin, il y avait une troisième cause qui pouvait priver l'ouvrier ou l'employé de tout ou partie de son salaire : c'est la compensation entre les salaires à lui dus par son patron et les dettes qu'il pouvait avoir contractées envers le même patron. Le patron qui avait fait des avances quelconques à un ouvrier ou un employé, était autorisé pour rentrer dans ces avances à lui retenir, jusqu'au remboursement complet, la totalité de ses salaires. Cette retenue se nomme en droit compensation. La compensation se produit toute fois qu'une même personne est à la fois débitrice et créancière d'une autre.

La loi du 12 janvier 1895 dans le but d'assurer toujours à l'ouvrier un minimum nécessaire à assurer son existence, a supprimé la compensation entre le montant des salaires dus par les patrons à leurs ouvriers et les sommes dont les patrons seraient créanciers pour fournitures diverses quelle qu'en soit la nature, sauf les exceptions ci-après (art. 4).

La compensation cependant peut s'opérer, par exception, à la disposition générale de l'article 4 au profit du patron qui aurait fourni à l'ouvrier : 1° des outils ou instruments nécessaires de travail; 2° des matières et matériaux dont l'ouvrier a la charge et l'usage; 3° de l'argent destiné à l'acquisition de ces mêmes objets.

En conséquence le patron qui fournit à son ouvrier des outils où instruments nécessaires à son travail, qui lui a confié des matières et matériaux à mettre en œuvre, ou qui lui a avancé les sommes nécessaires pour acheter ces objets, conserve le droit, si l'ouvrier a perdu, endommagé ou détourné ces instruments ou matériaux, ou si pour une raison quelconque il ne peut les restituer, d'en récupérer le montant par compensation, c'est-à-dire en retenant même en totalité si c'est nécessaire les salaires par lui dus à l'ouvrier pour son travail.

Mais si le patron a fait à son ouvrier d'autres fournitures, d'une nature quelconque, de nourriture ou de vêtements, par exemple, il ne pourra en aucune façon, compenser sa créance résultant de ces fournitures avec le salaire qu'il doit. Il ne pourra s'en faire payer qu'en se faisant consentir par son ouvrier le dixième cessible des salaires, s'il n'est pas déjà cédé, et en venant concurremment avec les autres créanciers sur le dixième saisissable.

Cette disposition de la loi est de nature à porter atteinte d'une façon très sérieuse aux économats.

Beaucoup d'industriels, en effet, ou de sociétés ont institué, à côté de leur exploitation, des économats destinés à fournir aux ouvriers la nourriture et le logement à bon compte et d'avance contre des retenues opérées sur leurs salaires. Il y a de ces économats sagement administrés dans les bénéfices desquels il est réservé une participation aux ouvriers, pour qui c'est un moyen forcé d'économie. La question de savoir s'il n'y avait pas lieu de maintenir la compensation pour les fournitures faites par le moyen de ces économats, a été longuement discutée tant à la Chambre qu'au Sénat et a été mûrement examinée dans les Commissions.

« La différence qui pourra s'établir dans la situation de l'ouvrier par rapport à l'économat tel qu'il existe aujourd'hui et tel qu'il existerait si l'insaisissabilité était réduite au droit commun, a dit M. Jules Simon au Sénat, c'est que le directeur exigera plus souvent le paiement au comptant.

» Nous envisagerons cette conséquence sans aucun effroi ; nous croyons le procédé du comptant préférable au crédit. Nous pensons que l'habitude de payer ses dépenses en même temps qu'on les fait est d'ordre moral et qu'à tous les points de vue il est du plus grand intérêt pour l'ouvrier qu'il en soit ainsi. Nous ne regrettons donc pas qu'il se trouve placé en face de cette obligation.



» En un mot, la réduction que nous proposons ne supprime en aucune façon les économats; elle ne rend pas leur existence impossible, mais un peu plus difficile en ce sens que le paiement sera plus tôt exigé, tandis qu'à présent on règle les paiements par compensation ou à terme.

» Nous pensons que, s'ils éprouvent de la difficulté à subsister dans ces conditions, les patrons, qui n'ont pas d'arrière-pensée commerciale, qui ne veulent que le bien-être des ouvriers, encourageront la création de Sociétés coopératives que nous préférons aux économats.

» Le principe qui nous a guidés est celui-ci : faire rentrer les économats sous le régime du droit commun et ne pas leur accorder un régime exceptionnel. »

C'est cet avis qui a prévalu.

Mais le patron peut avoir fait à son ouvrier d'autres avances que les fournitures, il peut avoir avancé de l'argent. La loi dans ce cas admet la compensation dans une certaine mesure :

Art. 5. — Tout patron qui fait une avance en espèces en dehors des cas prévus par le paragraphe 3 de l'article 4 qui précède, ne peut se rembourser qu'au moyen de retenues successives ne dépassant pas le dixième du montant des salaires ou appointements exigibles. La retenue opérée de ce chef ne se confond ni avec la partie saisissable ni avec la partie cessible portée en l'article 2. Les acomptes sur un travail en cours ne sont pas considérés comme avances.

D'où il résulte que le patron qui a avancé à son ouvrier 50 francs pour acheter des outils, peut lui retenir la totalité de ses salaires jusqu'à parfait remboursement.

Celui qui a avancé 50 francs pour ses besoins, et sans destination spéciale, ne peut rentrer dans son argent que par des retenues opérées sur chaque paiement de salaires et ne dépassant pas chaque fois un dixième desdits salaires, et cela qu'il y ait ou qu'il n'y ait pas de retenues opérées d'autre part, par suite de saisie-arrêt ou de cession. Enfin, celui qui a avancé 50 francs en nourriture, ou vêtements ou logement, n'a que les mêmes droits qu'un créancier quelconque, c'est-à-dire celui de faire opposition entre ses propres mains et de se faire payer sur le dixième saisissable, concurremment avec les autres créanciers et au prorata du chiffre de sa créance.

L'article 5 précise très sagement que les acomptes versés sur un travail en cours — et il faut dire également sur un travail terminé — ne sont pas considérés comme des avances. Ce sont, en effet, des paiements de salaires et non des prêts, et il serait souverainement injuste que le patron dût payer à nouveau, quitte à se rattrapper à la longue par une suite de retenues du dixième. Ajoutons que rien ne serait plus contraire à l'intérêt même des ouvriers qui ne pourraient plus trouver à se faire consentir aucun acompte.

Max Delasire,
Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

(A suivre.)

INFORMATIONS

Purification des eaux ferrugineuses.

La ville de Kiel est alimentée par de l'eau de source pure et de bonne qualité, mais très chargée de fer; il en est, d'ailleurs, souvent ainsi dans cette contrée.

La proportion de fer est, en moyenne, de 4 à 7 milligrammes par litre: il en résulte des dépôts abondants dans la canalisation; en outre, il se développe des *polyspores* qui, en se détruisant, communiquent à l'eau une saveur désagréable.

Pour faire disparaître ces inconvénients, on a établi récemment des appareils capables de filtrer environ 18000 mètres cubes par jour. L'eau traverse d'abord des appareils d'aération, puis les filtres proprement dits. Les premiers comprennent d'abord un système de cascades et de gouttières métalliques ondulées et perforées, qui assurent la complète aération de l'eau. Le liquide est ensuite déversé sur un lit de coke de 3 mètres d'épaisseur, présentant une surface d'environ 200 mètres carrés et divisé en huit compartiments égaux, qui repose sur une plate-forme perforée en fer. De là, l'eau tombe goutte à goutte dans deux bassins de dépôt, auxquels sont adjoints deux collecteurs couverts.

Dans ces premiers appareils, l'eau abandonne la plus grande partie du fer, qui se dépose sur la surface rugueuse du coke ou sur le fond des bassins. On enlève de temps en temps ce dépôt en isolant tour à tour chacune des sections de la couche de coke et lavant à grande eau : il suffit généralement de faire ce nettoyage une fois par semaine.

L'eau arrive ensuite aux filtres de sable ne contenant plus que les parcelles de fer les plus fines, soit un sixième ou un septième de la quantité primitive. La construction de ces filtres n'offre rien de particulier : ils ont chacun environ 20 mètres de longueur et 15 mètres de largeur; ils sont presque entièrement souterrains et sont recouverts par des voûtes en maçonnerie, surmontées d'une couche de terre.

Le remplissage comprend d'abord un lit de pierres et de sable grossier, de 47cm5, la grosseur du sable allant en diminuant vers le haut; au-dessus se trouve une couche de sable fin de 67cm5. A l'entrée de chaque filtre est une chambre d'où le liquide coule, par un trop-plein, sur la couche filtrante; la hauteur de chute est d'environ 25 centimètres; on l'augmente un peu lorsque le filtre commence à s'encrasser. L'eau filtrée sort par le fond; à la sortie des appareils, elle s'emmagasine dans des réservoirs voûtés et recouverts de terre, ayant une contenance de 500 à 900 mètres cubes.

Pour nettoyer ces filtres, on enlève la couche supérieure de sable, sur une petite épaisseur : quand l'épaisseur a été ainsi réduite à 25 ou 30 centimètres, on remplit avec du sable frais.

Ce traitement donne d'excellents résultats: le fer est complètement retenu et l'eau sort tout à fait dépourvue de coloration, de goût et d'odeur. Un seul homme suffit pour la manœuvre.

A l'origine, on a essayé de protéger le lit de coke par une double couche de nattes d'osier, qui retiennent la plus grande partie du fer et qu'on peut enlever facilement pour les nettoyer. On a tenté aussi de supprimer le coke en faisant tomber l'eau, par des sortes de pommes d'arrosoirs, d'une hauteur de 1 à 2 centimètres; mais ces procédés ont donné de moins bons résultats.

J. L.

Ventilation des wagons.

On vient d'essayer avec succès, paraît-il, sur la ligne Hanovre-Cologne un nouvel appareil destiné à la ventilation des wagons et dont nous empruntons la description à l'*Organ für die Forschritte des Eisen bahnswesens*. Cet appareil utilise la vitesse du train pour faire pénétrer dans un compartiment un volume d'air filtré suffisant et y établir une atmosphère constamment renouvelée; il se produit, en outre, une pression de quelques millimètres d'eau qui empêche

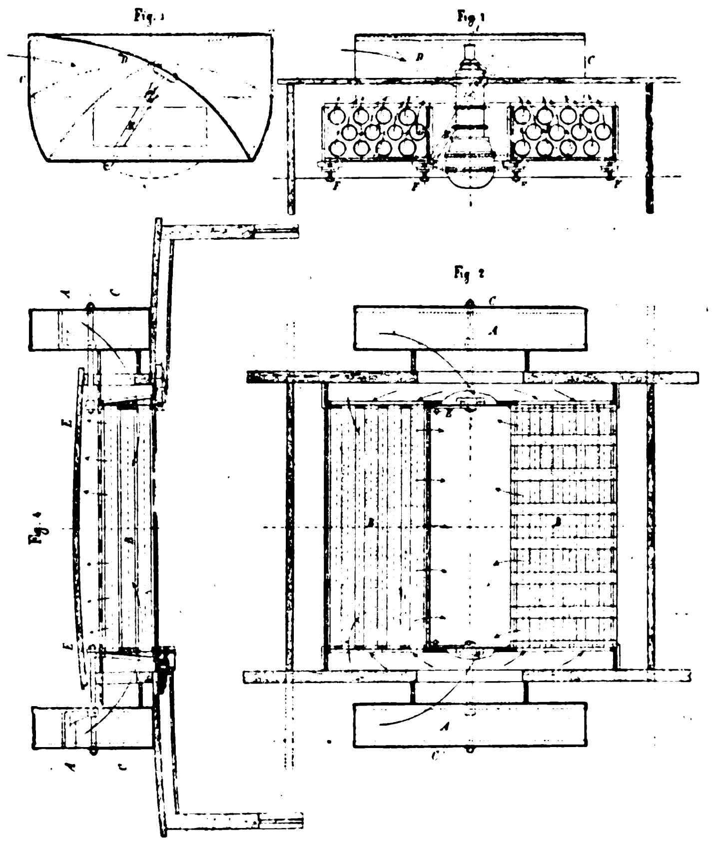


Fig. 1 à 4.

l'entrée de la fumée et de la poussière par les joints des portes et des fenêtres et force l'air vicié de s'échapper.

L'appareil (fig. 1 à 4) comporte deux prises d'air A munies chacune d'un papillon D que l'on peut orienter à volonté, et disposées soit au-dessus, soit sur les côtés du wagon, et d'un filtre à air B installé au plafond du compartiment. Ce filtre consiste en une caisse en bois à couvercle ajouré et traversée de part en part par une douzaine de tubes d'une étoffe spéciale. L'air recueilli par les prises d'air pénètre à l'intérieur des tubes, les traverse en se débarrassant des poussières qu'il entraîne et, sortant du filtre par les trous du couvercle, se répand lentement dans le wagon sans produire aucun courant désagréable.

Il est nécessaire de brosser l'intérieur des tubes au bout d'un mois d'usage et de les laver le mois suivant, car la prise de charge dans le filtre qui est à l'origine de deux millimètres d'eau deviendrait trop considérable et, par suite, le renouvellement de l'air insuffisant.

On a trouvé aux essais que, pour une vitesse de train de 16 mètres à la seconde, un filtre neuf laisse passer par heure environ 280 mètres cubes d'air pur, soit plus de 30 fois le volume du compartiment.

La quantité d'air que l'on veut admettre est réglée par les papillons des prises, qu'il faut d'abord orienter suivant le sens de la marche du train.

Arrêt automatique pour machines à vapeur.

Les figures 1 et 2 ci-dessous, empruntées au *Der praktische Maschinen Constructeur*, représentent un dispositif d'arrêt automatique pour machines à vapeur, pour le cas où un accident arriverait au régulateur.

Sous le régulateur se trouve une douille *l* maintenue par un ressort *f*. Au moyen de la tige h_1 cette douille appuie sur le levier h_2 mobile autour de *o*. D'autre part, une douille s_1, entourant la tige du tiroir, est reliée par h_3 au levier h_4. L'extrémité *m* du levier h_4 porte un cliquet qui peut agir sur une crémaillère *n*. La douille s_1 porte une goupille *b* s'appuyant contre le levier h_2 par l'effort d'un ressort *g*.

Le fonctionnement de ce mécanisme est très simple. Supposons que la courroie actionnant le régulateur tombe ou se rompe. Le

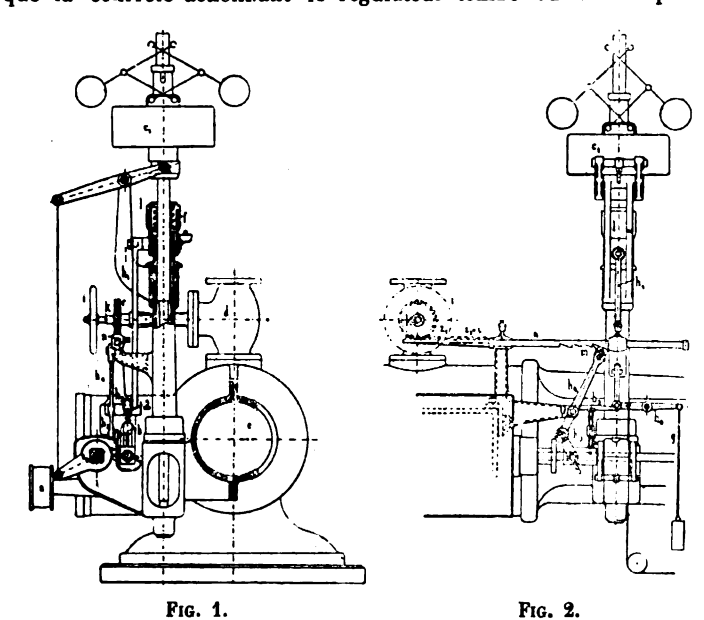


Fig. 1. Fig. 2.

poids c_1 du régulateur tombera immédiatement dans sa position la plus basse et appuiera sur la douille *l*. Par l'intermédiaire de la tige h_1 et du levier h_2, le poids aura pour effet d'enfoncer la goupille *b* dans la douille s_1 qui est percée à cet endroit. Or, la tige du tiroir porte une encoche, la goupille entrera donc dans cette encoche et ainsi la douille s_1 sera entraînée par la tige du tiroir dans son mouvement. Ce mouvement de s_1, transmis par h_3 et h_4 au cliquet *m*, fera avancer la crémaillère *n* et fermera la valve d'admission de vapeur. Si l'on veut arrêter la machine à distance, il suffit d'ajouter un petit levier supplémentaire avec un contrepoids, et l'on pourra, au moyen d'une cordelette, arrêter très facilement la machine.

Statistique des chemins de fer et tramways électriques européens.

Nous avons donné l'année dernière (1) un résumé de la statistique publiée par *l'Industrie électrique* sur les chemins de fer et tramways électriques en exploitation, en construction, ou à l'état de projet, en Europe, au 1er janvier 1896. Nous croyons intéressant de donner également, d'après le même journal (2), un résumé de la statistique sur le même sujet, établie au 1er janvier 1897. On pourra ainsi se rendre compte des énormes progrès réalisés, dans une seule année, par la traction électrique.

Dans le courant de l'année dernière, le nombre des lignes électriques en exploitation a passé de 111 à 150; leur longueur totale, de 902 à 1 459 kilomètres; la puissance totale des stations centrales, de 25 035 à 47 596 kilowatts; enfin le nombre de voitures automotrices ou locomotives, de 1 747 à 3 100.

L'accroissement relativement faible du nombre de lignes par rapport à celui de la puissance des stations centrales et des automoteurs, indique que le développement a porté surtout sur les grandes villes et sur les grands réseaux desservis par de nombreux véhicules.

C'est toujours l'Allemagne qui tient la tête de la liste avec une longueur de lignes de 642 kilomètres, une puissance de 18 963 kilowatts et un nombre de voitures automotrices qui atteint 1 631 et est, par suite, supérieur à celui du reste de l'Europe. La France vient encore en deuxième ligne, mais à une distance plus grande que celle de l'année dernière; elle ne compte que 279 kilomètres de lignes, 8 736 kilowatts de puissance et 432 voitures automotrices. L'Angleterre et l'Irlande viennent en troisième ligne avec 127 kilomètres de lignes et 200 automoteurs, suivies de près par l'Italie qui n'a que 116 kilomètres de lignes mais 289 automoteurs. Si l'on tenait compte des surfaces et du nombre d'habitants respectifs des différents pays, la Suisse, qui n'occupe que le cinquième rang absolu, viendrait probablement en tête avec ses 17 lignes, d'une longueur totale de 79 kilomètres, parcourues par 129 automoteurs.

Le système de transmission de force par fil aérien et trolley est toujours, de beaucoup, le plus répandu : 122 lignes sur 150 l'emploient exclusivement. Les lignes à conducteur souterrain ont progressé de 3 à 8, et celles à rail central et à accumulateurs sont restées sensiblement stationnaires. A Dresde et à Hanovre, on a mis en exploitation des lignes à traction mixte utilisant les accumulateurs *intra-muros* et le trolley *extra-muros*. Les accumulateurs, placés à demeure sur la voiture, se chargent pendant le service *extra-muros*.

Les tableaux statistiques dressés par l'*Industrie électrique* contiennent les renseignements les plus complets sur toutes les lignes en exploitation : date de la mise en service, système de traction, nature et puissance des moteurs, etc. Ils se terminent par une énumération des lignes actuellement en construction ou simplement à l'état de projet, qui montre bien l'extension de plus en plus grande que prend la traction électrique.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 5, p. 79.
(2) *Industrie électrique*, n° du 10 mars 1897.

Nouvelle locomotive à gaz.

La *Deutsche Gasbahnactiengesellschaft* a procédé, tout récemment, sur la ligne de Dessau-Worlitz, aux essais d'une locomotive à gaz construite dans ses ateliers de Dessau.

Les résultats obtenus ont été, paraît-il, satisfaisants. En effet, cette locomotive a parcouru les 14 kilomètres qui séparent Orianenbaum de Dessau en moins d'une heure et en ne consommant que 46 mètres cubes de gaz. Comme son réservoir renferme 160 mètres cubes de gaz, il en résulte qu'elle pourrait accomplir, sans ravitaillement, un parcours de 50 kilomètres environ. En présence de ces résultats, la Compagnie se propose de renouveler prochainement ces mêmes expériences sur une plus grande échelle et en attelant la locomotive à des trains complets.

La colonisation et l'industrie au Mexique.

On sait que le Mexique, dont la richesse au point de vue des gisements minéraux et de la fécondité du sol est bien connue, présente une superficie considérable qui atteint environ 1 800 000 kilomètres carrés. Comme la population ne dépasse guère 12 millions d'habitants, on comprend la place énorme qui existe dans ce pays pour l'immigration.

Il s'est formé, dans ces dernières années, environ 30 à 40 colonies sur des terrains appartenant préalablement à l'Etat, qui toutes se trouvent aujourd'hui dans un état de grande prospérité, sauf peut-être la colonie de Topolobampo qui doit sa situation actuelle au défaut d'organisation qui a présidé à son établissement.

Quoiqu'il en soit, grâce à son administration ferme et pacifique, le Mexique offre en ce moment un vaste champ à l'industrie, à la science et à l'esprit d'entreprise de l'Ingénieur : il serait donc à souhaiter que nos industriels se décidassent à entrer en lice, et à opposer aux maisons anglaises, américaines et allemandes, qui en ont presque exclusivement le monopole, la perfection de nos produits.

S.

Appareil pour la recherche des projectiles égarés dans le corps humain.

Au cours de la séance du 30 mars dernier à l'Académie de Médecine, M. Marey a entretenu l'assemblée d'un nouveau perfectionnement apporté dans l'application des rayons X à la chirurgie.

C'est à la suite d'un essai infructueux du procédé radiographique à la recherche de la position exacte d'une balle de revolver logée dans le crâne d'un malade qu'elle avait rendu aveugle, que M. Remy engagea M. Contremoulins à perfectionner le mode d'emploi des rayons X. Celui-ci, après quelques essais, annonça qu'en s'appuyant sur une méthode topographique du colonel Laussedat, il arriverait à fixer exactement la position du projectile par rapport à trois points fixes pris à l'extérieur du crâne, et à construire un appareil permettant de conduire une tige mousse sur le projectile lui-même.

M. Contremoulins a donné effectivement le plan de cet appareil, que M. Marey décrit en détail, et dont le principe repose, comme nous venons de le dire, sur la méthode de détermination d'un point caché par des obstacles, due au colonel Laussedat.

D'après M. Marey, cet instrument, dont le prix reviendrait environ à 2 500 francs, permettrait la détermination rapide et précise de la position d'une balle, soit dans le crâne, soit dans toute autre partie du corps humain.

Varia.

Nominations. — M. Wiart, Ingénieur des Ponts et Chaussées, est chargé du service hydraulique de l'arrondissement de Douai (Nord), en remplacement de M. Barbet, précédemment nommé Ingénieur en chef à Épinal.

M. Monet, Ingénieur des Ponts et Chaussées, faisant fonctions d'Ingénieur en chef, est chargé de la direction du service hydraulique du département de la Marne, en remplacement de M. Lagout.

— M. Jobert, Inspecteur général des Finances, est chargé des fonctions de Directeur général des Manufactures de l'État, en remplacement de M. Favalelli, précédemment nommé conseiller-maître à la Cour des Comptes.

***

Exposition universelle de 1900. — Les travaux de démolition des constructions du Champ-de-Mars provenant de l'Exposition de 1889 et condamnées à disparaître vont commencer. L'adjudication pour la démolition du dôme central aura lieu le mercredi 28 avril 1897, à deux heures de l'après-midi, avenue de La Bourdonnais. La mise à prix est fixée à 20 000 francs.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 29 mars 1897.

Mécanique appliquée. — *Sur la propagation des déformations dans les métaux soumis à des efforts.* Note de M. Mengin, présentée par M. A. Cornu.

Dans une note présentée à l'Académie des Sciences en 1894, M. le commandant Hartmann a décrit les expériences méthodiques de traction, compression, flexion, mandrinage, etc., qu'il a exécutées, surtout avec l'acier, dans le but de démontrer que la déformation des métaux soumis à des efforts ne se propage pas progressivement d'un point à tous les points voisins, mais qu'elle se fait par ondulations, en se subdivisant en zones discontinues, géométriquement distribuées d'après des lois bien déterminées.

Des expériences nouvelles, effectuées depuis à la Section technique de l'Artillerie sur l'aluminium, l'acier nickel à 25 %, le métal Delta et le laiton, ont montré que ces métaux obéissent aux mêmes lois générales que l'acier, en donnant lieu, toutefois, à des particularités spéciales des plus intéressantes, en ce qui concerne le caractère et le mode de propagation des ondes de déformation.

Physique. — *Actions mutuelles des électrodes et des rayons cathodiques dans des gaz raréfiés.* Note de M. H. Deslandres, présentée par M. Poincaré.

Chimie. — 1° *Sur des matières grasses trouvées dans des tombes égyptiennes d'Abydos.* Note de M. C. Friedel.

2° *Sur la transformation du diamant en graphite dans le tube de Crookes.* Note de M. Henri Moissan.

M. Crookes a démontré, dans ses recherches sur le phénomène qu'il a appelé *bombardement moléculaire*, que si l'on plaçait des diamants dans un de ses tubes, ils ne tardaient pas à perdre leur éclat et à se recouvrir d'une couche noirâtre.

M. Moissan a pu étudier un diamant ainsi altéré que lui a adressé M. Crookes; il l'a chauffé à 60° dans un mélange oxydant de chlorate de potassium et d'acide azotique fumant.

L'attaque de la croûte noire, très lente, a donné lieu à la production d'acide graphitique, ce qui établit nettement que la variété de carbone qui recouvrait le diamant était du graphite.

Cette transformation du diamant en graphite dans l'expérience de M. Crookes démontre que la température atteinte doit être très élevée. M. Crookes avait déjà établi, d'ailleurs, que, dans ses tubes, on pouvait fondre le platine iridié; mais la température obtenue dans le bombardement est bien supérieure, puisque la transformation du diamant en graphite ne se produit jamais à la pointe du dard bleu du chalumeau à oxygène, et qu'elle exige l'intervention de la haute température de l'arc électrique.

M. Moissan ajoute que ce graphite présente une grande stabilité, démontrée par la lenteur avec laquelle il est attaqué. Nous savons justement aujourd'hui que plus le graphite a été porté à une température élevée, plus il présente une grande résistance à l'oxydation.

En résumé, dans l'expérience de M. Crookes, la surface du diamant est transformée en graphite, phénomène que nous ne pouvons produire qu'à une température supérieure à 2000°. De plus, la stabilité de ce graphite est tellement grande, qu'elle rappelle celle que présente le graphite maintenu dans l'arc électrique, c'est-à-dire aux environs de 3600°.

Chimie minérale. — *Sur les conditions de la combinaison directe du soufre et de l'hydrogène.* Note de M. H. Pélabon, présentée par M. Troost.

Minéralogie. — *Sur la forme profonde des amas filoniens de fer.* Note de M. L. de Launay, présentée par M. Michel Lévy.

Économie rurale. — 1° *Observations sur quelques propriétés de l'oxydase des vins.* Note de M. Bouffard, présentée par M. Aimé Girard.

L'oxydase est la cause de cette altération des vins que l'on a désignée sous le nom vague de *casse*. La facilité avec laquelle on isole cette oxydase au moyen de l'alcool, a permis à M. Bouffard de reproduire tous les phénomènes d'oxydation considérés par M. Bertrand comme caractéristiques des oxydases.

L'emploi de la chaleur et de l'acide sulfureux pour éviter les effets désastreux de la casse, se trouve actuellement justifié dans la pratique par de nombreuses applications.

2° *Sur le seigle.* Note de M. Balland.

Les principaux seigles récoltés en France, en 1895 et en 1896, ont présenté la proportion centésimale suivante :

	Au minim.	Au maxim.
Eau	11,30	16,40
Matières azotées	7,52	9,91
— grasses	1,04	1,36
— amylacées	69,75	76,08
Cellulose	1,30	1,98
Cendres	1,56	2,10
Poids moyen de 100 grains . Gr.	2,38	3,36

Il résulte de ces données que le poids moyen des grains de seigle, en France, est fort au-dessous du poids moyen des grains de blé, et que les matières grasses et azotées sont en proportions notablement inférieures dans les seigles. Quant à la moyenne des autres éléments, elle ne diffère pas sensiblement de celle des blés. Ses cendres sont également fusibles et présentent la même richesse en phosphates; l'acidité est un peu plus élevée (0,030 à 0,070 pour 100).

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Le matériel de la Compagnie du Nord à l'Exposition de Rouen. — Dans la *Revue générale des chemins de fer*, de mars 1897, M. A. Moutier donne la description des machines et appareils exposés par la Compagnie du Nord à l'Exposition de Rouen, en 1896. Parmi ces appareils on remarque un cabestan électrique pour la manœuvre des wagons et une locomotive compound à grande vitesse, du type étudié par M. du Bousquet, Ingénieur en chef du matériel et de la traction à la Compagnie du Nord.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Recherches sur la dissolution. — M. Le Chatelier, Ingénieur en chef et Professeur à l'École des Mines, publie dans les *Annales des Mines*, de février 1897, un important mémoire dans lequel il résume les résultats théoriques relatifs à la dissolution, qu'il a antérieurement déduits des principes de la thermodynamique. Ce mémoire contient également les résultats expérimentaux de recherches plus récentes faites par l'auteur sur la solubilité mutuelle ou la fusibilité des sels fondus et de quelques alliages.

Fabrication du gaz. — La concurrence de l'électricité force les usines à gaz à diminuer leurs prix de vente et, d'autre part, la nécessité de ne jamais chômer les pousse à diminuer le plus possible leur personnel afin de réduire les risques de grèves. Il en résulte une tendance à remplacer, partout où cela est possible, la main-d'œuvre par des appareils mécaniques. Parmi ces appareils, il faut citer ceux qui ont pour but l'enfournement et le défournement mécaniques des cornues. Dans la *Revue universelle des Mines*, de mars 1897, M. Velleman décrit un appareil pour l'enfournement mécanique, dit appareil Kemmerling, qui est appliqué depuis quatre ans à l'usine de Kalk avec un plein succès. Il se compose essentiellement d'une chaîne sans fin, se mouvant dans une goulotte mobile, qu'on peut entrer et sortir de la cornue. Cette chaîne est alimentée par une trémie et c'est pendant le recul de la goulotte qu'elle projette le charbon dans la cornue. M. Velleman décrit également un appareil de son invention pour le défournement mécanique et conclut que la combinaison de ces deux systèmes est susceptible de fournir une sérieuse économie dans la fabrication du gaz.

ÉLECTRICITÉ

Du rôle des moteurs à gaz pour la production de l'électricité. — On a souvent agité la question de savoir s'il est plus avantageux d'installer une seule station électrique, actionnée par la vapeur, ou de créer des sous-stations de quartier ou d'îlot, ces dernières desservies par des moteurs à gaz. La question ne comporte évidemment pas de solution d'espèce et dans chaque cas particulier cette solution sera fournie par l'examen attentif des circonstances qui influent sur les prix de revient. Cette remarque faite, M. R. Knocke examine, dans un article du *Progressive Age*, reproduit par le *Journal des usines à gaz*, du 20 mars 1897, les conditions d'établissement d'une sous-station avec moteurs à gaz et accumulateurs et montre que, dans le cas où il s'est placé, cette solution serait plus avantageuse que l'installation d'une station centrale employant la vapeur comme force motrice. A son avis, la faible dépense d'installation et d'exploitation, la simplicité du service et divers autres avantages font que les installations de cette nature devraient, dans beaucoup de cas, être préférées aux stations centrales, surtout dans les villes où le gaz peut être fourni à bon marché. Elles viendraient alors en aide aux usines à gaz en régularisant leur production.

Lampe électrique de mineur. — *L'Éclairage électrique*, du 27 mars 1897, donne la description d'une lampe électrique de mineur, système Sussman, qui a été essayée avec un certain succès dans les charbonnages de Brocquegnies (Belgique). L'appareil est constitué par un accumulateur à électrolyte consistant, placé dans une boîte métallique, et par une lampe à incandescence enfermée dans une monture spéciale située au-dessus de l'accumulateur. L'ensemble présente la forme générale d'une lampe de mineur ordinaire mais son poids est notablement plus élevé car il atteint 1k 950. Toutefois, comme l'intensité lumineuse de la lampe électrique est de 2,5 à 5 fois plus grande que celle des lampes ordinaires, il en résulte qu'à égalité de poids, l'intensité lumineuse de la première vaut encore 1,5 à 3 fois celle des lampes à huile. La lampe Sussman peut fonctionner, sans interruption de 12 à 16 heures; la puissance mécanique absorbée par son chargement est très faible et ce chargement peut, d'ailleurs, être obtenu par une dynamo quelconque à courant continu.

GÉOLOGIE

Les mouvements de l'écorce terrestre. — On sait que les géologues ne sont pas d'accord sur les causes des tremblements de terre : les uns attribuent ces trépidations du sol à des explosions internes, d'origine volcanique, tandis que, pour d'autres, les principaux tremblements de terre seraient dus aux tassement des parties les plus disloquées de la croûte du globe, dont les divers compartiments *joueraient*, en quelque sorte, le long des cassures qui les limitent. Dans un article publié par la *Revue scientifique*, du 27 mars 1897, M. de Lapparent montre que ces deux explications peuvent être tour à tour plausibles, suivant les cas auxquels elles s'appliquent. Toutefois, la dernière est la plus générale et celle qui correspond aux tremblements de terre de grande amplitude. M. de Lapparent trouve une confirmation de cette théorie dans le grand séisme qui eut lieu au Japon, en 1891, et qui fit naître, sur 90 kilomètres de longueur, une fente traversant indistinctement tous les terrains et dont les lèvres présentaient, par endroits, une dénivellation relative de 5 à 6 mètres. Comme conséquence, il estime qu'il ne convient plus de reléguer, dans la catégorie des légendes, ces affirmations, plus d'une fois recueillies chez des montagnards du Jura ou des Alpes, attestant qu'aujourd'hui, de tel ou tel point, on voit distinctement des clochers qu'il eût été impossible d'apercevoir cinquante ans auparavant.

MARINE

La marine marchande française dans les mers de l'Extrême-Orient et du Pacifique. — Malgré les primes et les subventions accordées à notre marine de commerce, on est obligé de reconnaître que son tonnage diminue ou, tout au moins, reste stationnaire, alors que le tonnage des marines anglaises et allemandes va sans cesse en croissant. Quoique la France soit, de toutes les nations européennes, celle qui s'est imposée les plus lourds sacrifices en hommes et en argent pour accroître son influence dans l'Extrême-Orient, elle n'occupe qu'un rang très modeste dans le commerce de ces régions. Dans un article publié par l'*Économiste français* du 27 mars 1897, M. Georges Michel recherche la cause de notre infériorité, à ce point de vue, par rapport aux Anglais et aux Allemands : il est d'avis qu'elle réside surtout dans la timidité et l'apathie de nos armateurs. En ce qui concerne la diminution de nos importations au Chili et au Pérou, où nos produits sont peu à peu entièrement supplantés par des produits allemands, M. Michel estime, et en cela il est d'accord avec la plupart des économistes, que la cause

de notre échec est due à ce que les industriels français persistent à fabriquer des produits d'excellente qualité, mais d'un prix élevé, qui ne peuvent lutter avec les produits à bon marché fournis par nos rivaux.

La durée des essais des navires de guerre. — Le *Yacht*, du 3 avril 1897, fait la critique de la manière dont s'effectuent, en France, les essais des navires de guerre. La durée de ces essais tend à devenir de plus en plus longue, et souvent elle atteint une année entière, tandis qu'en Angleterre, les essais de cuirassés comme le *Majestic* et le *Magnificent* ne demandent que quelques semaines. Les inconvénients de cette longue durée des essais sont faciles à saisir, car un navire en essais coûte, comme entretien, autant qu'un navire armé en escadre et ne rend aucun service. Le *Yacht* signale les diverses causes qui, en France, prolongent cette période et estime que la principale provient du rôle attribué aux commandants des navires en essais et aux Commissions d'essais. Ces commandants ont trop souvent une tendance à modifier certaines dispositions de détail des bâtiments dont ils ont à diriger les essais et, trop souvent aussi, les Commissions d'essais leur donnent gain de cause et même demandent des modifications pour leur propre compte. Les services constructeurs se retranchent alors derrière les plans primitivement approuvés, les bureaux de Paris ne changent jamais d'avis de bonne grâce et il en résulte des tiraillements et des pertes de temps regrettables. De plus, ces diverses modifications, exécutées au cours des essais, font que des bâtiments construits, à l'origine, sur des plans identiques, finissent par différer jusque dans leurs moindres détails et cette diversité entraîne de nombreux inconvénients.

MINES ET MÉTALLURGIE

Production de l'aluminium. — Le *Stahl und Eisen*, du 15 mars 1897, contient le résumé d'une conférence de M. J. Richards sur l'électro-métallurgie de l'aluminium, d'où nous extrayons les chiffres suivants sur la quantité de ce métal fabriquée en 1896 :

Usines	Puissance	Prod. quotid.
New-Kensington (États-Unis).	1 600 chevaux	900 kilog.
Niagara (États-Unis).	1 600 —	1 100 —
Neuhausen (Suisse)	4 000 —	2 300 —
La Praz (France)	2 500 —	1 350 —
Saint-Michel (France)	2 000 —	1 150 —
Totaux	11 700 chevaux	6 800 kilog.

Les nouvelles installations en cours d'exécution et qui seront terminées en 1898 sont :

Usines	Puissance	Prod. quotid.
Niagara (États-Unis).	5 500 chevaux	3 150 kilog.
Rheinfelden (Suisse)	6 000 —	3 600 —
Saint-Michel (France). . . .	2 000 —	1 150 —
Falls of Foyers (Écosse). . .	3 000 —	1 800 —
Sarpsfos (Norvège)	5 000 —	2 900 —
Totaux.	21 500 chevaux	12 600 kilog.

En 1898, toutes ces usines réunies disposeront d'une puissance d'environ 33 000 chevaux et pourront fournir, par jour, près de 20 tonnes d'aluminium, ce qui fera par an 6 000 tonnes. Les procédés employés dans ces usines sont basés uniquement sur l'électrolyse des sels fondus.

Les gisements d'or en Silésie. — Le même numéro du *Stahl und Eisen* (15 mars 1897) publie une conférence de M. Kuntze, de Breslau, sur les gisements d'or en Silésie. On a retrouvé, dit-il, au Katzbach, près de Bunzlau et de Goldberg, les vestiges d'anciennes exploitations de terrains aurifères, interrompues probablement pendant les guerres des Hussites, au XVe siècle. Des recherches géologiques dans cette région et particulièrement près de Wurbenthal ont amené la découverte de gisements de quartz aurifère d'une richesse suffisante pour en tenter l'exploitation. On y entreprend en ce moment des travaux, ainsi que dans le voisinage de Schœnau et d'Oberkaufung.

DIVERS

La mise en valeur de Madagascar. — Dans un article de l'*Economiste français*, du 27 mars 1897, M. Pierre Leroy-Beaulieu examine les moyens de mettre en valeur notre nouvelle colonie de Madagascar et fait remarquer que la première chose à faire est d'y créer des voies de communication. A ce sujet, il étudie les projets de loi actuellement soumis au Parlement et qui ont pour but : l'un d'établir un chemin de fer entre Tananarive et la côte orientale de l'île, l'autre une route à péage, pouvant dans la suite être convertie en chemin de fer, entre Fianarantsoa, capitale du Betsileo, et la mer. L'auteur félicite le Gouvernement de sortir du régime routinier et onéreux de la garantie d'intérêts et de vouloir donner la concession de ces deux voies moyennant la simple cession de terres dont la surface serait de 520 000 hectares (2 600 hectares environ par kilomètre) pour la première ligne et de 22 000 hectares pour la seconde. Le système de la garantie d'intérêts a, en effet, l'inconvénient de faire quelquefois peser de lourdes charges sur le budget de l'État, souvent par suite de la négligence qu'apportent dans le développement de leur trafic les Compagnies intéressées. Au contraire, le régime des concessions de terres a l'avantage de stimuler les Compagnies dans la mise en valeur des régions traversées et, en tout cas, il laisse à leur charge les aléas que présente l'opération. Il est vrai qu'en donnant ainsi des terres imparfaitement explorées, l'État risque de se dessaisir de richesses précieuses, mais il faut bien que les capitalistes qui s'engagent dans une affaire aléatoire aient l'espoir qu'elle leur donnera une juste récompense de leur hardiesse.

La vie et les travaux de M. Massieu. — Dans les *Annales des Mines*, de mars 1897, M. Nivoit, Ingénieur en chef des Mines, publie une intéressante biographie de M. Massieu, Inspecteur général des Mines, récemment décédé. Notre distingué collaborateur retrace la vie toute de travail et de probité de ce savant modeste et, d'ailleurs, peu connu, car ses travaux, qui sont surtout du domaine de la théorie pure, n'ont guère franchi le cercle restreint d'un assez petit nombre d'initiés. C'est principalement dans le champ de la thermodynamique que M. Massieu s'est distingué et il a présenté sur ce sujet, à l'Académie des Sciences, un mémoire qui a été très remarqué. Cet Ingénieur s'est également signalé, dans ses fonctions de directeur du contrôle des chemins de fer de l'Est, par ses études sur les questions de sécurité, et il a créé une méthode ingénieuse au moyen de laquelle l'examen d'un projet d'enclenchement se réduit, pour ainsi dire, à une vérification mécanique.

Ouvrages récemment parus.

Traité élémentaire de Mécanique chimique fondée sur la Thermodynamique, par P. Duhem, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux. — Tome I. Un volume in-8° de 300 pages. — Paris, Hermann, 1897. — Prix : **10** francs.

Le fossé jadis existant dans la classification des connaissances humaines entre l'étude des phénomènes chimiques et celle des phénomènes physiques a été comblé peu à peu par un ensemble de recherches établissant entre ces deux ordres de phénomènes, distincts au premier abord, une connexion en réalité fort étroite. Parmi ces recherches, ce les d'Henri Sainte-Claire-Deville sur la dissociation tiennent un des premiers rangs.

On ne doit pas inférer de là qu'il ne soit plus possible d'envisager à part ces deux genres d'études; il est toujours loisible lorsqu'une fonction dépend de plusieurs variables, de considérer les propriétés qu'elle possède lorsqu'on fait prendre diverses valeurs à plusieurs de ces variables à l'exclusion des autres maintenues constantes. Il n'en est pas moins vrai qu'il y a un intérêt supérieur à pousser l'étude de la fonction dans le champ de variation le plus général. En ce qui concerne l'objet que nous avons spécialement en vue on a été amené à édifier une théorie visant à la fois les changements d'état physique et de constitution chimique que les corps peuvent subir. C'est à cette théorie qu'a été donné le nom de *Mécanique chimique*.

Le terme de Mécanique doit être entendu ici dans un sens très large, voire même quelque peu détourné de son acception ordinaire.

C'était une hypothèse séduisante assurément que de réduire toutes les manifestations de l'énergie physique à la seule notion du mouvement, et c'est, au fond, cette idée qui a, sous des formes diverses, dirigé les grandes tentatives de réforme des théories physiques auxquelles resteront éternellement attachés les noms d'un Descartes et d'un Newton. La doctrine de Descartes, longtemps négligée pour celle de l'illustre auteur du principe de la gravitation universelle, a, dans les temps modernes, reconquis une partie de son antique faveur, grâce au rajeunissement qu'elle a dû à de puissants esprits comme W. Thomson, Tait, Maxwell, Lodge; mais, pas plus que le cartésianisme primitif, ce cartésianisme nouveau n'est parvenu à s'implanter définitivement dans la Science.

Toutes ces belles théories, d'une si extraordinaire ingéniosité, ne sont plus tenues, aujourd'hui, par de bons esprits que pour une sorte de représentation mécanique des phénomènes physiques; elles ne sauraient suffire, par leur seul développement logique, à assurer le progrès indéfini de la science.

« Les théories physiques, dit M. Duhem dans sa préface, subissent, à l'époque actuelle, une évolution profonde; la science du mouvement, la Mécanique, a cessé d'être la doctrine reine de laquelle toutes les théories se réclamaient, pour ne plus devenir qu'une branche — la plus simple de toutes — d'une science plus générale; cette science, dont les lois embrassent non seulement le mouvement qui déplace les corps dans l'espace, mais encore tout changement de qualités, de propriétés, d'état physique, de constitution chimique, cette science est la *Thermodynamique* actuelle ou, selon le mot créé par Rankine, l'*Energétique*. »

S'adressant avant tout aux hommes adonnés aux sciences physiques, par qui il suppose acquise l'éducation mathématique — plus indispensable aujourd'hui que jamais — qui se donne dans les cours de mathématiques spéciales, l'auteur commence par exposer, dans une introduction de 25 pages, les notions complémentaires d'analyse et de mécanique indispensables pour la pleine intelligence de la suite.

Le livre premier, divisé en 11 chapitres, contient le développement, présenté sous une forme remarquablement claire et méthodique, des principes fondamentaux de la thermodynamique. L'auteur ne s'astreint d'ailleurs pas aux longues et pénibles déductions qu'exige l'exposition de cette doctrine lorsqu'on la prend dans toute son ampleur. Il ne perd pas de vue le but précis qu'il a en vue et néglige de s'attarder aux minuties qui seraient sans utilité pour les applications traitées dans son livre; mais il a soin de renvoyer le lecteur dont les exigences logiques ne se trouveraient pas ainsi pleinement assouvies aux remarquables publications où il a lui-même approfondi ces principes dans la plus entière rigueur.

De même que la mécanique rationnelle n'arrive à rendre compte des faits mis en évidence par l'expérience que lorsqu'on fait intervenir certaines forces particulières dites de frottement provenant de la contexture des corps soumis à l'expérience, contexture dont la considération est négligée pour l'établissement des principes, de même la thermodynamique classique ne rend pas immédiatement raison de tous les faits observés dans son domaine. Aux équilibres que cette théorie, réduite à sa partie purement rationnelle, ferait considérer comme impossibles et qui sont pourtant expérimentalement réalisables, M. Duhem donne le nom de *faux équilibres*. Est-ce à dire que de tels équilibres échappent à toute analyse? Non point. De même que la notion du frottement met en harmonie les applications de la mécanique rationnelle avec les faits observés, de même une notion spéciale, celle de la *viscosité*, permet ici d'établir l'accord entre la théorie et l'expérience.

Cette étude si délicate des faux équilibres, à laquelle les travaux personnels de M. Duhem ont apporté une notable contribution, fait l'objet du Livre II. Elle embrasse aussi naturellement la rupture de ces faux équilibres, c'est-à-dire les explosions.

Nous ne saurions ici entrer dans plus de détails sur l'ouvrage de M. Duhem. Parmi les savants français adonnés à la philosophie naturelle, l'auteur se distingue non moins par l'originalité des idées et l'élégance de l'exposition que par l'ampleur de l'érudition et la sûreté de la méthode. C'est dire en un mot que le livre qu'il offre aujourd'hui au public fera honneur à la littérature scientifique de notre pays.

M. d'Ocagne,
Professeur à l'École des Ponts et Chaussées,
Répétiteur à l'École Polytechnique.

Elektrochemische Uebungsaufgaben, par le Dr Félix Oettel. — Une brochure de 53 pages, avec 20 figures. — Wilhelm Knapp, éditeur, à Halle. — Prix : **3** marcs.

Le Gérant : **H. Avoiron.**

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 24. N° 775. Samedi 17 Avril 1897.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Électricité** : Station centrale électrique de Johannesburg (Transvaal), p. 373; F. Schiff. — **Physique industrielle** : Installation d'un système central de condensation, pour moteurs à vapeur, au charbonnage d'Ewald (*planche XXIV*), p. 377; H. Wuilleumier. — **Chemins de fer** : L'adjudication des chemins de fer de l'État brésilien, p. 378; J. Courau. — **Chimie industrielle** : Le pétrole. Gisements, essais des huiles, épuration, principales applications industrielles (*suite et fin*), p. 380; Gérard Lavergne. — **Constructions civiles** : Nouveaux fours crématoires. Systèmes Schneider et Klingenstierna, p. 382. — **Jurisprudence** : Observations pratiques à propos de la loi sur la saisie-arrêt des salaires et petits traitements (*suite et fin*), p. 384; Max Delastre. — **Correspondance** : Nouveau système de contacts aériens pour tramways électriques, p. 386; Marcel Deprez. — **Informations** : Recherches sur la lumière à incandescence dans les becs du système Auer, p. 386. — Adoption du naphte pour le chauffage des torpilleurs russes, p. 386. — Varia, p. 386.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils, séance du 2 avril 1897, p. 387. — Académie des Sciences, séance du 2 avril 1897, p. 387.

Bibliographie. — Revue des principales publications techniques, p. 388. — Ouvrages récemment parus, p. 388.

Planche XXIV : Installation d'un système central de condensation, pour moteurs à vapeur, au charbonnage d'Ewald.

ÉLECTRICITÉ

STATION CENTRALE ÉLECTRIQUE DE JOHANNESBURG (Transvaal).

Origine du projet. — Le développement rapide des mines d'or du Witwatersrand a eu pour première conséquence une augmentation considérable de la force motrice des différentes exploitations qui s'étendent sur une ligne de 40 kilomètres à l'est et à l'ouest de Johannesburg.

On évalue actuellement à 20 000 chevaux environ la totalité de la puissance des machines à vapeur installées dans l'ensemble de ces mines. Si l'on tient compte de ce fait que ces machines n'ont été montées que successivement et que, par suite, beaucoup d'entre elles ne sont plus d'un type bien récent, on conçoit aisément que le rendement moyen des machines à vapeur du Rand doit être assez éloigné du maximum. Les Compagnies les plus riches ont déjà remplacé leurs anciennes installations disparates par des groupements de machines plus modernes, plus puissantes, par suite plus économiques, mais néanmoins la quantité de charbon consommée dans les diverses mines est énorme.

Cette grande consommation de combustible a occasionné de temps à autre un véritable encombrement dans la voie ferrée aux environs de Johannesburg, et plusieurs mines se sont vues, à plusieurs reprises, dans l'obligation d'arrêter temporairement leur exploitation, faute de charbon. D'autres Compagnies minières, ne possédant pas de raccordement avec la ligne principale de la Netherland Railway, ont vu soudainement disparaître leurs moyens d'approvisionnement lors de la dernière épidémie de peste bovine qui a sévi si cruellement au Transvaal. Enfin tout le monde qui s'intéresse quelque peu aux affaires de ce pays connaît, au moins par ouï-dire, les difficultés qu'ont à surmonter, aujourd'hui encore, les diverses exploitations, à cause de la cherté du transport des marchandises en général, et du charbon en particulier.

L'ensemble de ces faits a suggéré, il y a quelques années, à certains Ingénieurs, l'idée d'établir, non loin du Rand, une station centrale de force destinée à fournir aux diverses mines l'énergie élec-

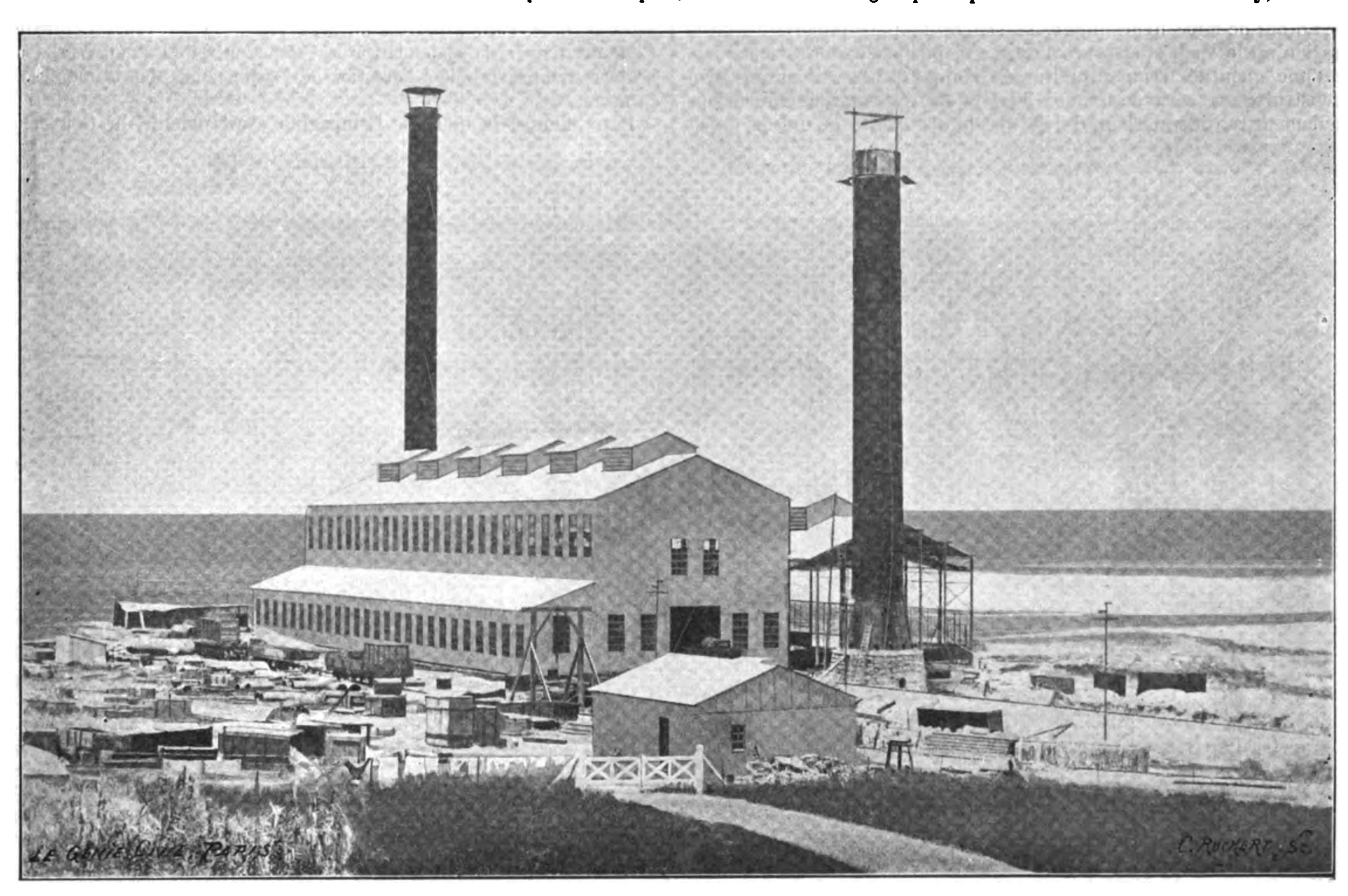


Fig. 1. — Station centrale électrique de Johannesburg : Vue générale de l'usine.

trique pour les besoins de la traction ou de l'éclairage, et qui, possédant des générateurs à vapeur et des machines très puissantes, fonctionnerait avec la plus grande économie, tant au point de vue de la consommation du charbon, qu'au point de vue de la main-d'œuvre.

Historique. — C'est en 1894 que furent faites les premières études, et c'est à cette époque que M. Singels, actuellement Directeur de la Station Centrale, la « Rand Central Electric Works », fut chargé par un puissant syndicat, de faire une enquête sur la question.

On abandonna donc totalement l'idée de la force hydraulique pour la vapeur. Un autre point qui militait en faveur de cette dernière est que les frais élevés des transports ne permettent pas d'expédier et d'utiliser les charbons de deuxième qualité dans les mines d'or, charbons qui s'accumulent dans les houillères, et qu'on peut obtenir là à très bon compte.

Emplacement de l'usine de la Rand Central Electric Works. — L'usine centrale devait donc se trouver dans le voisinage immédiat d'une mine

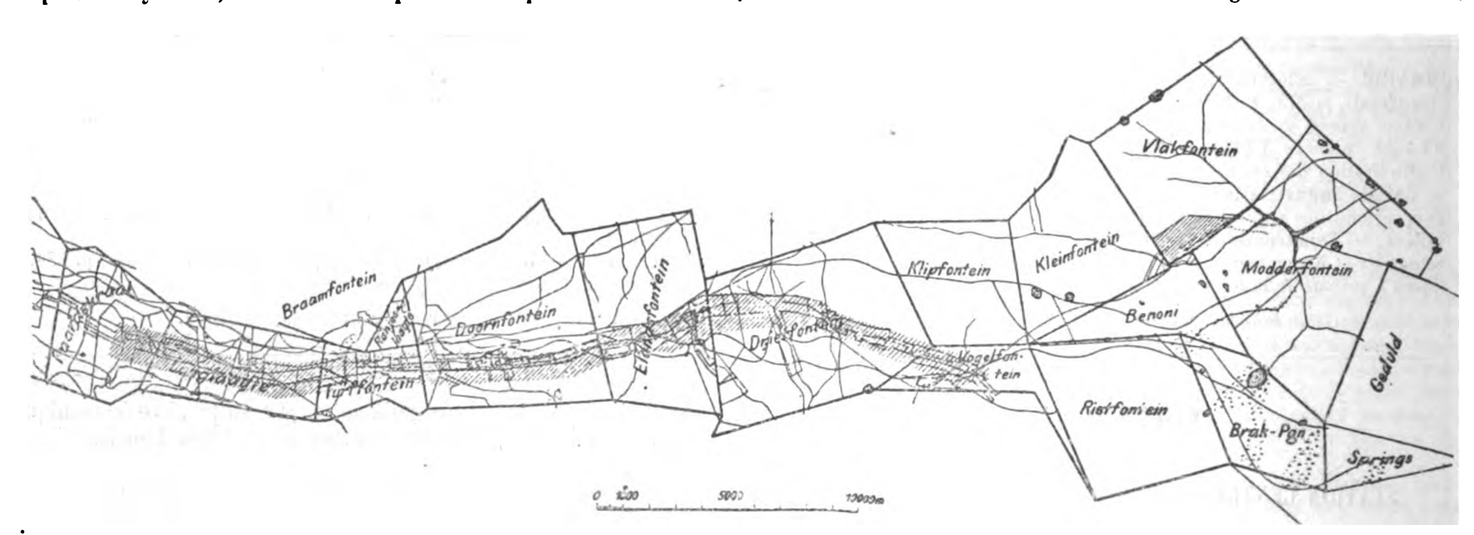


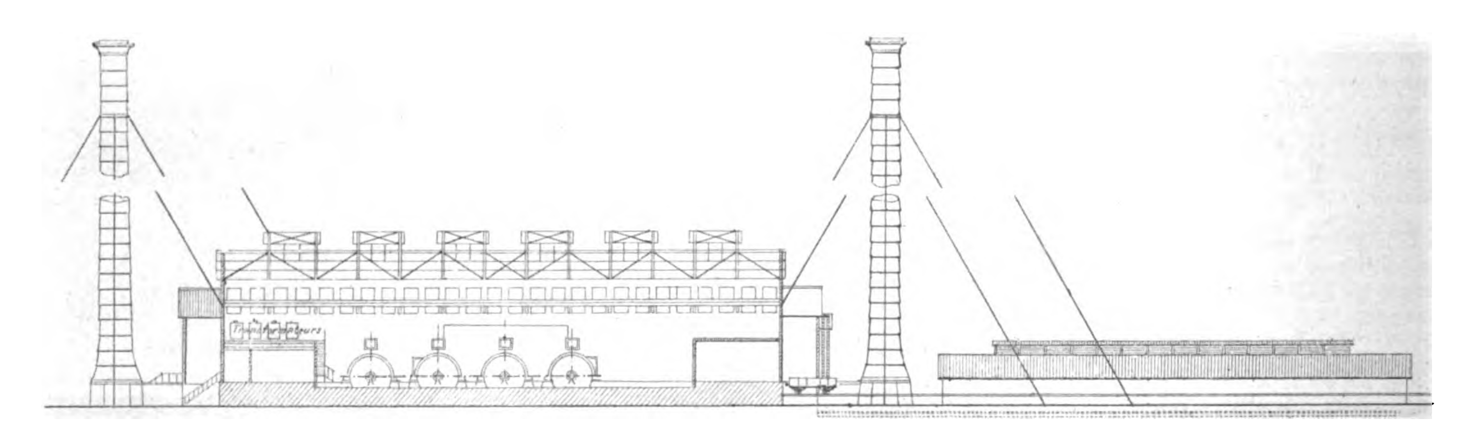
Fig. 2. — Station centrale électrique de Johannesburg : Plan général de situation.

Le premier point qu'il fallait examiner était de rechercher si l'énergie devait être fournie par une chute d'eau ou par la vapeur.

En fait de force hydraulique, la rivière la plus importante de la région est le Vaal, et ce cours d'eau ne débite, pendant la saison sèche, qu'une quantité d'eau insuffisante. Pour l'utiliser, il aurait fallu construire une série de travaux d'art et des réservoirs de dimensions tellement considérables qu'il a été reconnu de suite qu'un tel projet

de houille. Des essais furent entrepris sur les divers charbons dont les gisements sont à proximité du Rand, et l'on se prononça pour les gîtes de Brak-Pan, propriété de la Transvaal Coal Trust Company. Cette dernière céda également à la Rand Central Electric Works un emplacement favorable à l'érection de l'usine, aux abords mêmes de la mine.

Entre temps, la nouvelle Compagnie avait obtenu du Gouverne-



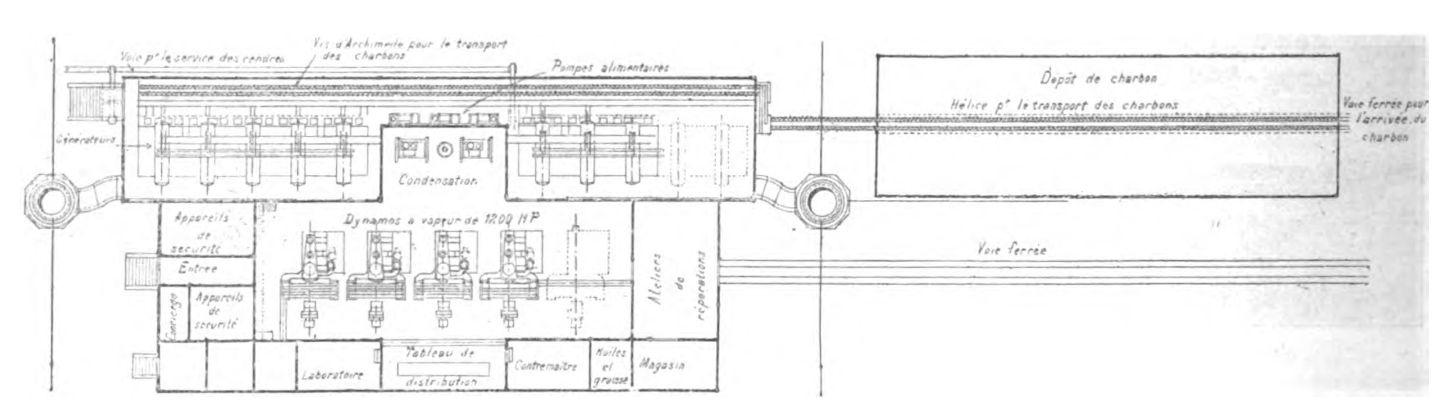


Fig. 3 et 4. — Station centrale électrique de Johannesburg : Élévation et plan de l'usine.

était inapplicable. D'autre part, comme l'avait très judicieusement indiqué M. Singels, en admettant même qu'on eût pu le mettre à exécution, le peu de confiance que la plupart des Ingénieurs et Directeurs de mines témoignent dans la force hydraulique dans ce pays, où l'eau fait plutôt défaut, aurait nui au succès de l'entreprise. Sa réussite dépendait, en effet, essentiellement de la confiance de ses futurs abonnés sur le débit régulier de l'énergie électrique.

ment de Pretoria la concession pour l'éclairage de Johannesburg et la transmission par voie aérienne de l'énergie électrique au Witwatersrand. Un autre concurrent avait reçu la même autorisation vers cette époque, mais avec l'idée de capter les eaux du Vaal, projet qui, à notre connaissance, est encore loin d'être réalisé.

L'emplacement de l'usine a été choisi sur la ferme Brak-Pan ellemême (fig. 2) à proximité d'un étang (Pan) assez considérable qui a

donné son nom à la ferme. Par des travaux d'endiguement et de dragage, on a augmenté la capacité du bassin de retenue, tout en diminuant sa surface, afin de réduire les effets d'évaporation. Au moment où la Transvaal Coal Trust cédait à la Rand Central Electric Works l'emplacement de la station, elle passa un contrat par lequel elle s'engageait à fournir à cette dernière tout le charbon nécessaire pendant une durée de 55 ans.

Disposition de l'usine. — Les plans de l'usine furent rapidement dressés et les premiers travaux commencèrent le 1er septembre 1895. Grâce à un raccordement avec la voie ferrée, tous les matériaux arrivèrent sur place sans avoir à subir des transbordements, ce qui est particulièrement avantageux pour les grosses pièces de machines.

Aussi, malgré la pénurie de main-d'œuvre qui a sévi au Transvaal pendant l'année 1896, les travaux sont-ils aujourd'hui presque achevés, ainsi que l'on peut s'en rendre compte par la reproduction d'une photographie (fig. 1) prise en janvier dernier.

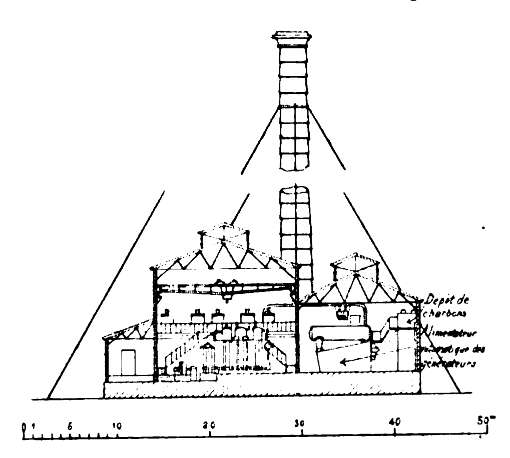


Fig. 5. — Station centrale électrique de Johannesburg : Coupe transversale de l'usine.

Les figures 3, 4 et 5 montrent l'ensemble de l'installation de l'usine. Le bâtiment principal comprend la salle des machines, la chaufferie, et les divers bureaux et ateliers de réparations. Parmi les bâtiments annexes, nous signalerons l'entrepôt de charbon, les maisons d'habitation des Ingénieurs, les maisons ouvrières pour ouvriers blancs, et la caserne ou « compound » pour les cafres, les écuries, remises, etc.

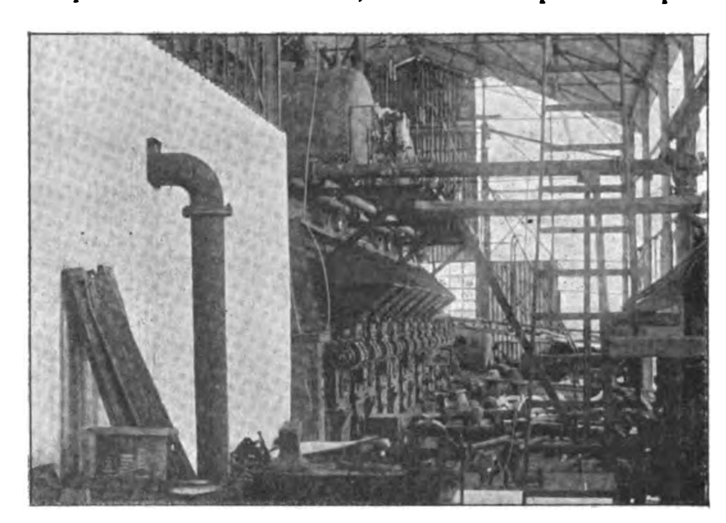
La *salle des machines* (fig. 7) mesure 70 mètres de long sur 23 mètres de large et 16 mètres de haut. Les charpentes sont en fer et la couverture, ainsi que les parois des murs, en bois recouvert de tôle ondulée. Un pont roulant de 25 tonnes avait été installé dès le début pour permettre de manœuvrer les lourds organes des machines.

Les fondations des appareils sont en béton d'une seule coulée pour toute la salle des machines; cette couche de béton repose sur une roche dure à environ 4m50 au-dessous du niveau du sol.

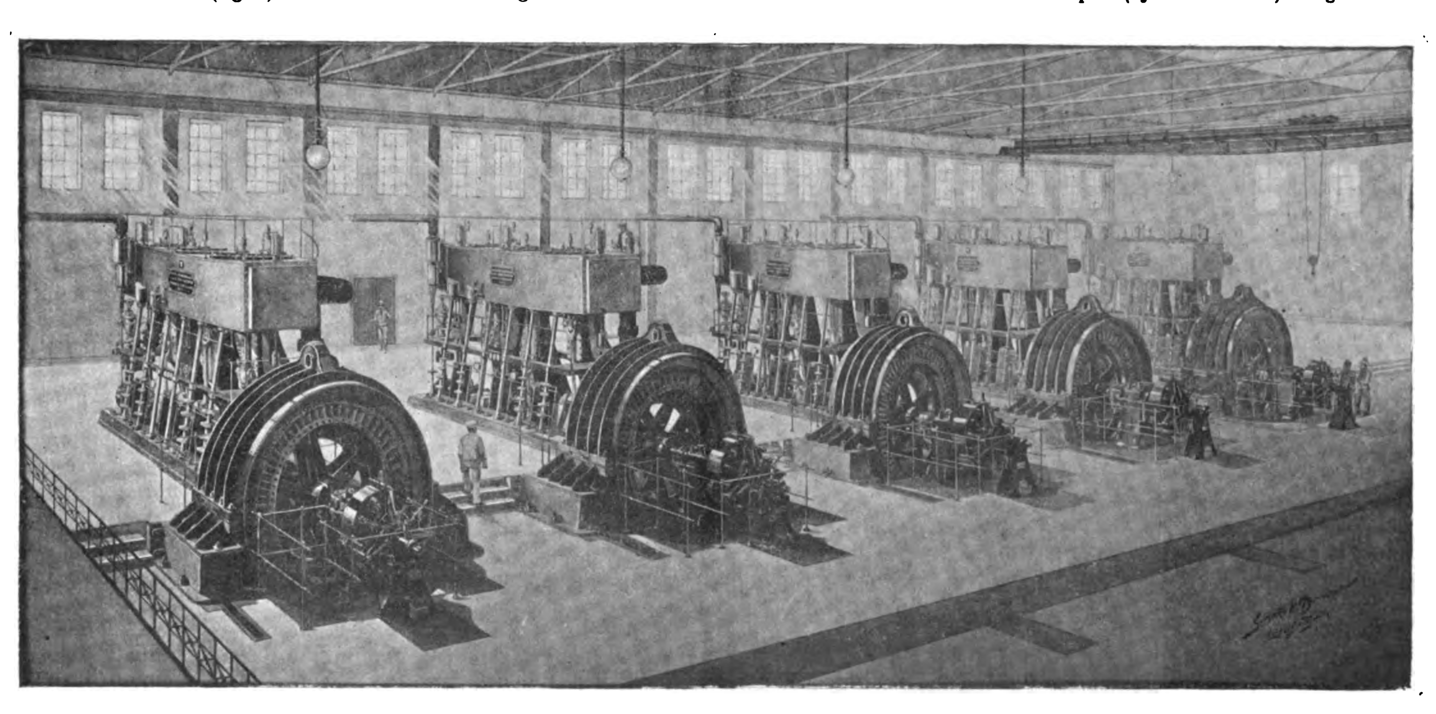
La *chaufferie* a 75 mètres de long sur 14m50 de large et comporte, pour ainsi dire, deux ailes distinctes, chacune pouvant recevoir 5 générateurs.

Des deux cheminées en tôle ayant 5 mètres de diamètre à la base et 3 mètres au sommet, l'une est aujourd'hui terminée, et l'autre en voie d'achèvement (fig. 1).

L'entrepôt de charbon est destiné à contenir une réserve de combustible de plusieurs mois. Comme le plancher de ce hangar est en contre-bas du sol, les wagonets chargés de combustible, et qui arrivent par la voie élevée suivant l'axe longitudinal du hangar (fig. 4 et 5) peuvent déverser directement leur contenu à droite et à gauche. Le niveau de la voie, qui est à fleur de terre, surplombe le sol de l'entrepôt, de sorte qu'au-dessous de cette voie, il existe un espace libre qui est garanti de part et d'autre, par des plaques de tôle. Dans cette galerie, se meuvent deux vis d'Archimède, qui entraînent le charbon jusqu'au pied du mur de la chaufferie. Le charbon pénètre dans ce canal par des orifices pratiqués dans les parois en tôle et commandés par deux vannes. Les berges de la partie du canal en dehors de l'entrepôt sont maçonnées jusqu'au bâtiment principal.


Fig. 6. — Station centrale électrique de Johannesburg : Vue des chaudières et de leur alimentateur automatique, prise pendant le montage.

Arrivé en cet endroit, le charbon tombe dans des monte-charges qui l'élèvent sur une plate-forme construite tout le long de la chaufferie. Là il est de nouveau repris par deux hélices et amené devant les divers alimentateurs automatiques (système Leach) des générateurs


Fig. 7. — Station centrale électrique de Johannesburg : Vue intérieure de la salle des machines.

Sur la figure 6 on peut apercevoir la série des alimentateurs continus pendant le montage des générateurs. Les cendres sont enlevées dans des wagonets qui roulent sur une voie spéciale (fig. 4).

Toute l'alimentation des chaudières en combustible est actionnée électriquement par des moteurs qui empruntent leur courant aux grosses dynamos.

Les chaudières tubulaires sont au nombre de huit actuellement. Elles ont 316 mètres carrés de surface de chauffe et travaillent à une pression de vapeur normale de 13kg5 par centimètre carré. Leur nombre sera porté ultérieurement à 10 (fig. 8).

L'alimentation de ces générateurs a fait l'objet d'une étude très approfondie, en raison de la quantité limitée d'eau dont on dispose. Pour prévenir les corrosions des tubes et leur nettoyage trop fréquent, on a adopté la condensation à surface, de façon à utiliser

le plus possible la même eau. En tous cas, toute eau fraîche ne pénètre dans les appareils qu'après avoir été préalablement filtrée.

La salle des machines (fig. 7) comprend 4 machines-pilon à triple expansion de 1 350 chevaux. Ces machines qui font 100 tours à la minute, sont accouplées directement par leur arbre à la dynamo et à son excitatrice. Sous leur charge normale, ces machines donnent 1 000 chevaux effectifs. Une d'entre elles devant rester en réserve, il y aura 3 000 chevaux disponibles qui permettront de disposer, pour les moteurs installés dans les diverses mines d'or du Rand, de 2 100 chevaux effectifs. Sur la figure 4, on a indiqué en pointillé l'emplacement prévu d'une cinquième machine de même puissance.

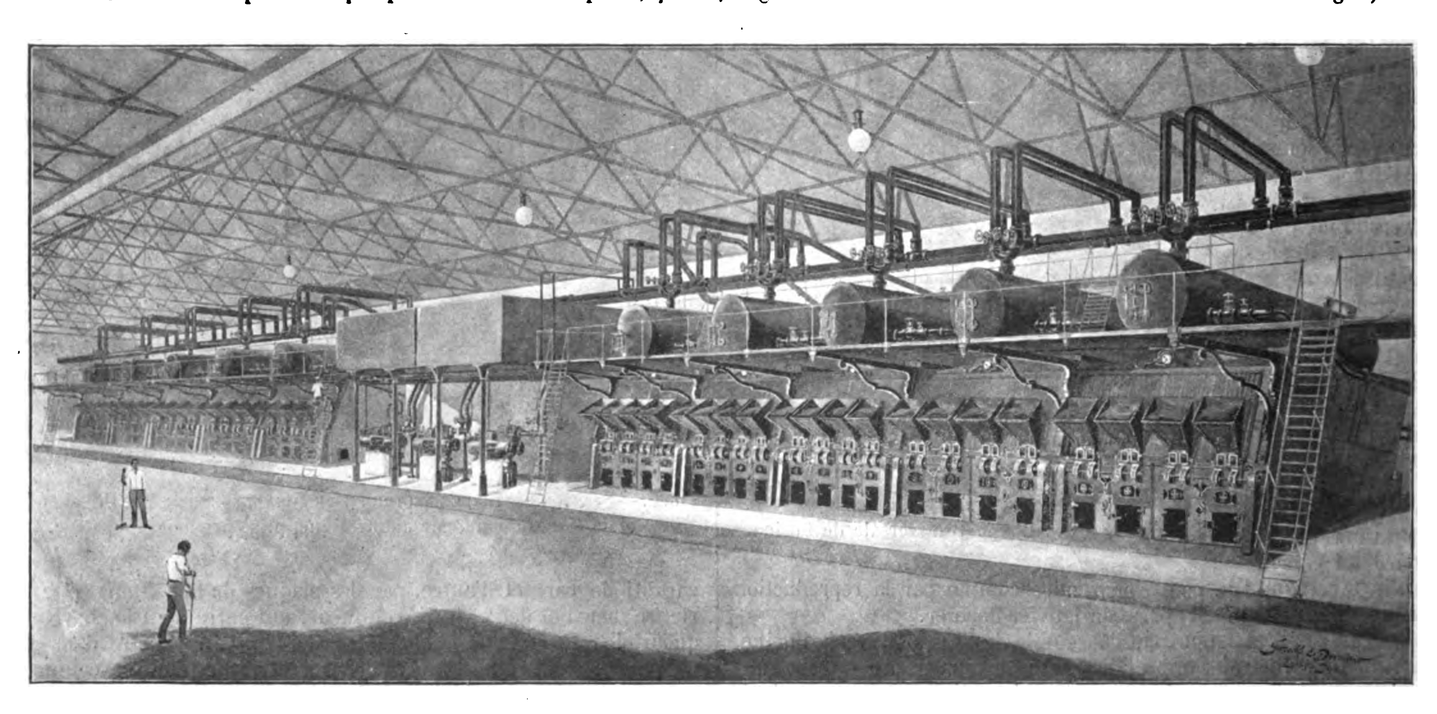


Fig. 8. — Station centrale électrique de Johannesburg : Vue générale de la chaufferie.

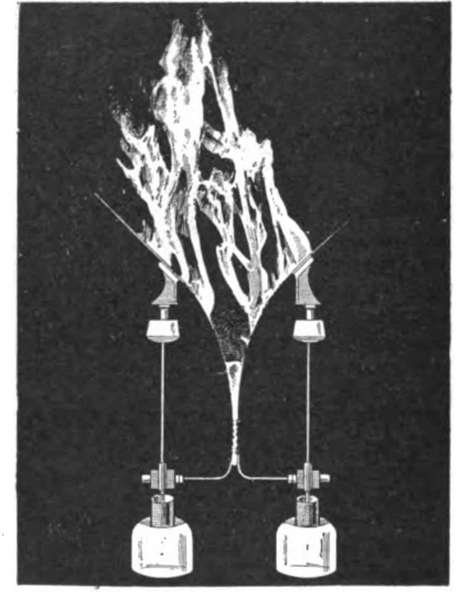
Matériel électrique. — Les dynamos et tout le matériel électrique proviennent de la maison Siemens et Halske.

Les dynamos, de 1 145 kilowatts, tournent à 100 tours seulement : leurs dimensions sont, par suite, très grandes (fig. 11). L'armature, qui est fixe, a la forme d'un anneau dont le diamètre n'est pas inférieur à 4m50, tandis que le champ magnétique, qui est mobile, tourne à l'intérieur de l'armature et se trouve fixé sur l'arbre même des machines à vapeur. Le poids de chacune de ces dynamos atteint 80 tonnes, et, en raison du transport, ces machines ont été construites en quatre pièces. La figure 11 représente une de ces dynamos en montage.

Le courant produit par ces alternateurs est triphasé, et la force électro-motrice, aux bornes, est de 700 volts. Des transformateurs élèvent la tension, au sortir de la station, à 10 000 volts, et c'est sous ce voltage que l'énergie électrique est transmise dans la ligne.

Conduites principales ; parafoudres. — La conduite principale est aérienne et se compose de six fils de cuivre de 70 millimètres carrés de section, supportés, de distance en distance, par des poteaux en acier creux de 6 mètres de haut et soigneusement isolés de ces derniers. Ce fil principal aboutit à peu près au centre de la portion hachurée de la figure 2, et la limite des branchements se trouve sur la ferme Pardekraal, de sorte que le champ d'action de l'usine électrique s'étend sur une longueur de 45 kilomètres.

Pour parer aux dangers redoutables de l'électricité atmosphérique en présence d'un courant à si haute tension, la station centrale, les dynamos réceptrices et la ligne elle-même sont munies de parafoudres spéciaux. Ces appareils se composent essentiellement de deux barres de cuivre recourbées, montées sur de forts isolants en porcelaine et réglables à volonté. L'une de ces barres est reliée à la ligne, l'autre à la terre. Dès qu'un fil est touché par la foudre, il se produit un arc entre les deux barres du parafoudre, dans le voisinage de la base, c'est-à-dire au point où elles sont le plus rapprochées. Si deux fils sont touchés en même temps, il s'établit un court circuit entre les deux arcs ainsi produits, et alors les coupe-circuits ou les transformateurs pourraient courir un danger. Mais par suite de l'échauffement de l'air par les arcs, ces arcs montent entre les barres du parafoudre, s'allongent à mesure qu'ils s'élèvent et finissent par se rompre.



Station centrale électrique de Johannesburg :

Fig. 9. — Court circuit dans le parafoudre au moment du coup de foudre.

Fig. 10. — Même court circuit montrant le déplacement de l'arc dans le parafoudre.

Des essais ont été faits sur l'efficacité de ces parafoudres, avec un courant de 20 000 volts, c'est-à-dire de tension double à la normale, et les figures 9 et 10 donnent la reproduction du phénomène observé entre les deux barres du parafoudre.

La figure 9 représente un court circuit produit au moment du coup de foudre. La figure 10 représente le même appareil, au même instant, mais la photographie a été faite en interposant, en avant de l'objectif, un disque percé d'une petite fente. Ce disque, mû par un petit moteur triphasé, tournait à 100 tours à la seconde, c'est-à-dire à la vitesse correspondant aux fréquences du courant alternatif.

La plaque impressionnée par ce procédé présente plusieurs arcs dont chacun correspond à une alternance, c'est-à-dire à un intervalle de $^1/_{100}$ de seconde. La photographie montrant 15 arcs, on peut en conclure que le temps mis par l'arc pour monter dans le parafoudre et disparaître est de $^{15}/_{100}$ de seconde.

Cet espace de temps est trop court pour causer des dommages aux dynamos ou aux transformateurs, d'autant plus qu'en opérant avec un courant de 10 000 volts, le nombre d'images perçues sur la plaque

photographique n'est plus que de 5, c'est-à-dire que la durée du court circuit n'est que de $^{5}/_{100}$ de seconde.

A chaque point d'utilisation du courant, c'est-à-dire à proximité de chacune des mines d'or, la Rand Central Electric Works installe, à ses frais, une cabane renfermant le transformateur, ainsi que les appareils de mesure et de sécurité. Ce transformateur abaisse le voltage de 10 000 à 120 volts pour l'éclairage et à 240 ou 500 volts pour les moteurs. Tous les travaux de branchement et la pose des fils sont également faits par la Compagnie et à ses frais; cette manière de procéder présente le double avantage de n'occasionner aucun débours pour les mines et de pouvoir garantir toutes les installations.

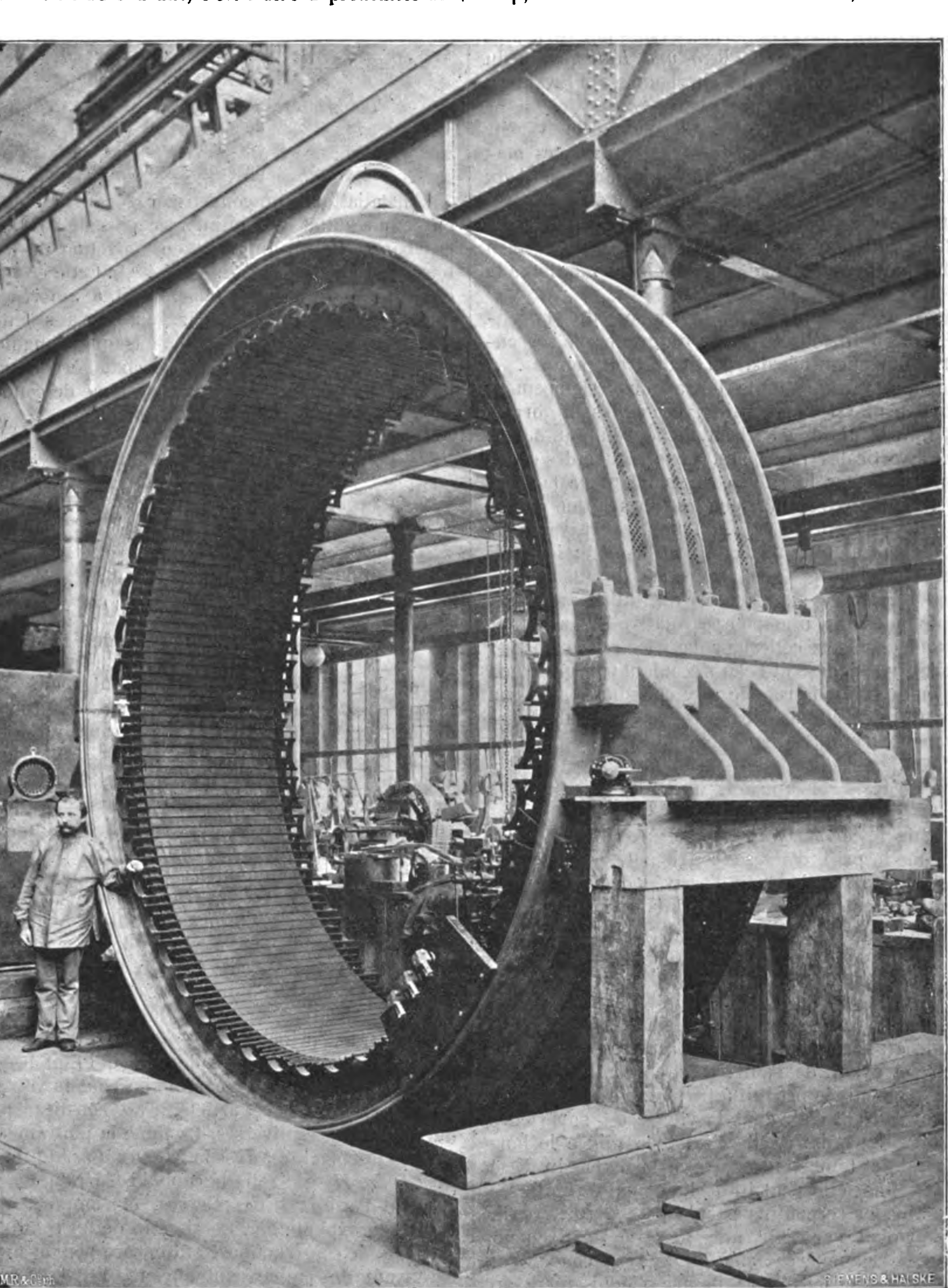


Fig. 11. — Station centrale électrique de Johannesburg : Vue d'une dynamo de 1 145 kilowatts, en montage.

Questions économiques. — Le Rand Central Electric Works doit débiter l'énergie électrique à un prix inférieur à celui que les mines dépensent en produisant elles-mêmes l'électricité. Pour le travail continu, c'est-à-dire plus spécialement le travail des mines, le coût, par cheval-heure et par an, a été fixé à 1 125 francs, l'énergie dépensée étant mesurée sur l'arbre du moteur électrique. Pour l'emploi intermittent de l'électricité, et qui s'applique plutôt à la ville de Johannesburg, le contrôle se fera au moyen de compteurs et le prix varie de 0 fr. 15 à 0 fr. 17 par cheval-heure.

Pour comparer ces prix avec le coût actuel de production de l'électricité dans les mines d'or du Rand, nous prendrons, comme exemple, une exploitation qui a centralisé sa production de force, et qui, par conséquent, travaille avec le plus d'économie. Le coût du cheval-heure, par an, s'élève à 750 francs au minimum, y compris la main-d'œuvre, les lubrifiants et les réparations. Mais ce cheval-heure est mesuré sur l'arbre de la machine à vapeur et, en tenant compte d'un rendement de 85 % pour la dynamo génératrice, de 70 % pour la réceptrice, ces 750 francs représentent les frais de production, non d'un cheval effectif, mais de $0,85 \times 0,7 = 0,6$ cheval effectif sur l'arbre moteur. Par suite, le cheval électrique revient à $\frac{750}{0,6} = 1\,250$, chiffre auquel il convient d'ajouter l'intérêt et l'amortissement du capital engagé pour la construction de l'installation électrique qui, rapporté au cheval électrique, n'est guère inférieur à 250 francs par an. De sorte que, dans les conditions les plus économiques, le prix de revient du cheval effectif s'élève actuellement à 1 500 francs par an. Le Rand Central Electric Works le cédera à 1 125 francs. On conçoit, dès lors, l'économie qui en résultera pour les Compagnies minières; aussi, dès à présent, 1 200 chevaux sont-ils déjà assurés à la station centrale pour les entreprises suivantes : la Robinson Gold, la Nourse Deep, la Crown Deep, la Rand Central Ore Reduction, la Jubilee, la May Consolidated, etc., l'éclairage des stations de chemin de fer de Johannesburg et d'Elandsfontein, etc.

Sans prévoir les conséquences qui résulteront de ce nouvel état de choses pour l'industrie aurifère du Witwatersrand, nous croyons devoir faire remarquer que les Compagnies en tireront le triple avantage suivant :

1° Suppression presque complète du charbon;

2° Économie de main-d'œuvre, car le fonctionnement d'un moteur électrique triphasé n'exige, pour ainsi dire, aucune surveillance;

3° Économie d'eau par suite de la suppression de la vapeur. Toute l'eau dont disposent les mines pourra être utilisée au traitement des minerais.

Si l'on tient compte de ce que ce sont ces trois facteurs principaux qui ont surtout nui à l'industrie aurifère et ont paralysé son essor depuis deux ans, on peut en conclure que la Rand Central Electric Works aura plus fait pour le développement des mines que toutes les lois que les « Uitlanders » essaient d'arracher, même par la force, à la sollicitude du Gouvernement Boer.

F. Schiff,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

INSTALLATION D'UN SYSTÈME CENTRAL DE CONDENSATION pour moteurs à vapeur, au charbonnage d'Ewald.

(Planche XXIV.)

La question de la condensation de la vapeur d'échappement des usines a une importance telle au point de vue de l'économie de combustible, que l'on doit suivre avec attention les progrès qui se font dans ce domaine et étudier avec soin les installations nouvelles. Depuis quelques années, et spécialement en Allemagne, on a établi dans beaucoup d'usines un condenseur général unique qui recueille la vapeur de tous les moteurs; les résultats économiques obtenus ont été si importants que plusieurs charbonnages en ont même fait

l'application, bien que l'économie réalisable fût moins sensible vu le bas prix du combustible que l'on utilise dans les exploitations houillères.

Ces installations sont faites soit avec les condenseurs à mélange soit avec les condenseurs à surface, mais ces derniers types ont paru plus avantageux et nous décrirons, d'après le *Berg und Hüttenwesen* du 23 janvier 1897, le condenseur général du charbonnage d'Ewald en Westphalie, du système Balcke.

C'est un appareil à surface qui reçoit et condense la vapeur d'échappement de la machine d'extraction de 600 chevaux, des machines de commande d'un ventilateur d'égale puissance, de deux compresseurs de 200 chevaux, d'une turbine de Laval et de six autres moteurs, soit en tout 2 330 chevaux ou plus de 12 000 kilogr. de vapeur par heure. Cette installation donne d'excellents résultats bien qu'elle n'ait été établie que pour 1 200 chevaux, soit la moitié de la puissance actuelle.

Le condenseur général d'Ewald (pl. XXIV) se compose du condenseur proprement dit formé d'un collecteur et d'un groupe de serpentins, d'un réfrigérant, d'une cheminée d'appel et de trois pompes.

Le collecteur cylindrique A reçoit toute la vapeur d'échappement de l'usine qui parcourt ensuite les serpentins; ceux-ci sont formés de tubes de cuivre B_1 B_2... B_6 disposés horizontalement l'un au-dessus de l'autre en six séries verticales parallèles. Chaque tube des séries B_1 B_3 B_5 est relié à un bout avec le tube correspondant de la série voisine B_2, B_4 ou B_6. A l'autre extrémité, tous les tubes d'une même série aboutissent à un tuyau vertical b_1 b_2... b_6. Les trois tuyaux des séries impaires b_1 b_3 b_5 communiquent avec le collecteur A; les trois autres b_2 b_4 b_6 sont reliés à la pompe C qui aspire l'eau condensée.

Le collecteur et les serpentins sont arrosés continuellement par une pluie d'eau froide qu'envoie une pompe rotative F. La vapeur d'échappement se répand depuis le collecteur dans les serpentins par les tuyaux b_1 b_3 b_5; elle s'y condense et l'eau s'écoulant par les tuyaux b_2 b_4 b_6 se rend à la pompe C qui la refoule aux chaudières après lui avoir fait traverser un filtre où elle se débarrasse de l'huile de graissage entraînée. La vapeur n'étant jamais en contact avec l'eau de refroidissement, les chaudières sont toujours alimentées avec de l'eau distillée ce qui a lieu, du reste, chaque fois que l'on fait usage de condenseur à surface.

L'air qui se trouve dans le condenseur est aspiré continuellement par une pompe D; comme la prise d'air se trouve à la partie supérieure du groupe de serpentins, à l'endroit d'arrivée de l'eau froide, cet air est à basse température, occupe un faible volume et la pompe travaillant dans d'excellentes conditions, n'absorbe pas plus de 8 chevaux.

L'eau de refroidissement des serpentins et du collecteur se répand sur un réfrigérant E formé d'une série de planches inclinées et disposées en escalier. L'ensemble du condenseur est placé dans un local fermé, terminé par une grande cheminée de 28 mètres de hauteur et 6 mètres de diamètre et ayant, de l'autre côté, en contre-bas, une prise d'air. L'appel de la cheminée produit à travers le réfrigérant et les serpentins un violent courant d'air dont la vitesse est supérieure à 3 mètres par seconde; l'eau qui s'écoule en nappe mince le long des planches du réfrigérant et tombe en cascade dans le bassin K se trouve complètement refroidie; elle peut immédiatement être utilisée à nouveau et renvoyée sur les serpentins par la pompe rotative F. On en perd par entraînement par l'air une quantité relativement faible et qui correspond, à chaque cycle, aux $^5/_8$ de l'eau condensée; elle est remplacée par celle que fournit la pompe d'épuisement du puits.

Les trois pompes nécessaires au fonctionnement du condenseur, la pompe à vide D, la pompe à eau condensée C et la pompe rotative à eau froide n'absorbent en tout que 24 chevaux, soit 1,04 % de la puissance de l'usine. Le moteur à vapeur qui actionne ces trois pompes est muni de deux régulateurs : l'un limite sa vitesse à 140 tours, l'autre la fait varier entre 60 et 140 de manière à maintenir dans le condenseur un degré constant de vide qui est en moyenne de 85 % soit 646 millimètres.

Ce système de condenseur général a besoin d'une puissance mécanique beaucoup moins considérable que tous les autres systèmes, pour les deux raisons suivantes : l'eau de refroidissement des serpentins étant elle-même refroidie par le courant d'air pendant qu'elle tombe de tube en tube, il en faut une quantité relativement faible pour produire un abaissement rapide de la température et, par suite, un vide notable; la prise de la pompe à air se trouve à l'endroit le plus froid et l'air occupe un volume minimum.

Pour éviter une interruption de marche des machines de l'usine en cas d'avarie au condenseur, on a disposé sur son collecteur une soupape qui s'ouvre lorsque le degré de vide devient insuffisant, ce qui permet aux moteurs de travailler dans ce cas à échappement libre.

Le condenseur général d'Ewald est en fonctionnement régulier jour et nuit, sauf le dimanche, depuis près d'un an.

Lorsque l'air ambiant est à une température de 25 à 30 degrés le vide varie entre 646 et 684 millimètres, suivant que la machine d'extraction est en fonctionnement ou au repos; pendant la nuit, le nombre des moteurs en service étant plus faible, le degré de vide atteint 722 millimètres.

Le tableau suivant donne les températures de l'eau et de l'air observées pour des degrés de vide de 684 et 646 millimètres :

	Vide 684 mill. — Degrés.	Vide 646 mill. — Degrés.
Température de l'eau condensée . . .	45	55
— de l'air aspiré	30	30
— de l'eau chaude.	43	53
— de l'eau refroidie	27	27

L'installation d'un condenseur général au charbonnage d'Ewald a eu pour résultat de diminuer de plus de 20 % la consommation de charbon; celle-ci, qui était en moyenne de 5,3 % de la quantité totale extraite, s'est abaissée à 4,4 %. Cette économie, qui correspond à environ 35 wagons par mois, suffit à amortir rapidement les frais d'installation du condenseur général sans tenir compte des autres avantages qui en ont résulté, tels que l'augmentation de puissance des machines, l'alimentation des chaudières avec de l'eau distillée, etc., mais qui sont indépendants du système de condensation.

H. Wuilleumier.

CHEMINS DE FER

L'ADJUDICATION DES CHEMINS DE FER de l'État brésilien.

Une des affaires les plus importantes qui aient été, depuis longtemps, offertes au monde industriel, est assurément celle des chemins de fer de l'État brésilien, dont l'affermage vient d'être mis en adjudication par le Gouvernement.

Sur les 13 000 ou 14 000 kilomètres de chemins de fer en exploitation au Brésil, l'Union en possède plus de 3 000 et non des moins importants. L'ensemble de ce réseau lui a coûté 300 000 contos, soit, au change pair, 850 millions de francs [1]; le trafic est considérable, le mouvement est même intense sur certaines lignes. Enfin, l'affermage qui vient d'être voté comporte l'emploi, au Brésil, de sommes énormes, de plusieurs centaines de millions, et cette affaire mérite d'attirer l'attention du public comme des Ingénieurs.

Ayant eu l'occasion de l'étudier en détail et sur les lieux, il nous a semblé qu'à défaut d'un exposé complet qui ne saurait trouver place ici, il serait intéressant, pour les lecteurs du *Génie Civil*, d'en résumer les traits principaux.

Le réseau des chemins de fer de l'État brésilien, divisé en plusieurs lignes distinctes, comme on peut le voir sur la carte et sur le tableau annexés à cet article, s'est constitué peu à peu, sous l'influence de causes diverses. La ligne la plus ancienne en date est aussi la plus importante : c'est le fameux *Chemin de fer Central*, autrefois *Dom Pedro II*, qui relie la capitale fédérale, Rio-de-Janeiro, aux États de Saint-Paul et Minas Geraes, et compte aujourd'hui 1 217 kilomètres en exploitation. Ce chemin de fer avait été concédé dès 1835. En 1865, la construction étant encore peu avancée, et la Compagnie éprouvant des embarras financiers, l'État le racheta et exécuta lui-même le prolongement à travers Minas Geraes, d'un côté, et jusqu'à la frontière de Saint-Paul, de l'autre. De ce dernier point à la capitale de Saint-Paul, une ligne à voie étroite avait été construite par une Compagnie particulière. Plus tard, pour assurer l'unité administrative de cet important système de communications, le Gouvernement fédéral racheta également cette dernière ligne.

Le réseau central, ainsi constitué, a une importance capitale à tous points de vue, et il faudrait un cadre plus large que celui dont nous disposons pour le décrire comme il le mérite. Rappelons qu'il transporte 13 millions de voyageurs et 750 000 tonnes de marchandises; que ses recettes totales sont de 28 000 contos et que la recette kilométrique qui, même dans l'ensemble, s'élève à 23 000 contos, soit, au pair, 64 000 francs, atteint, dans la section aboutissant à la mer, le chiffre prodigieux de 400 000 contos.

Au nord du Brésil, les lignes possédées par la fédération, ne forment pas encore un réseau homogène, et n'ont plus le même caractère d'outil gouvernemental ou « instrumentum regni ». Leur origine est très différente. Le plateau sablonneux de la région équatoriale est sujet à des sécheresses qui ont obligé parfois les habitants à émigrer vers la côte. En 1878, la population de la capitale du Ceará s'était subitement accrue de 60 000 habitants, dont près de la moitié moururent de maladie et de privations. Le Gouvernement impérial, ému de cette situation, fit un grand effort pour améliorer les communi-

(1) L'unité monétaire, le milreis (1 $), dont la valeur au pair est 2 fr. 82, vaut aujourd'hui un peu moins de 1 franc. Le conto vaut 1 000 milreis.



cations et construisit presque simultanément les lignes de *Baturité* (245 kil.), *Sobral* (216 kil.) et *Central Pernambouc* (161 kil.), reliant à la mer l'intérieur du pays, et celle de *Paulo Alfonso* (116 kil.), qui contourne les célèbres cascades de ce nom interrompant la navigation du rio São Francisco.

Le Gouvernement s'était déjà vu, à cette époque, entraîné, par un autre motif, à la construction de deux lignes dans le Nord. Dès 1852, des Compagnies anglaises avaient obtenu la concession de voies ferrées destinées à relier les deux grands ports du Brésil septentrional, Pernambouc ou Recife, et Bahia, au rio São Francisco. Tel était, du moins, le but affirmé par le nom que portent encore ces Compagnies : *Recife and São Francisco Ry* et *Bahia and São Francisco Ry*. Mais, après s'être avancées, l'une de 123 kilomètres, l'autre de 124, à partir de la mer, ces Compagnies refusèrent d'aller plus loin. L'État prit donc en mains la construction des prolongements, sous le nom de *Sud Pernambouc* (193 kil.) et *Chemin de fer de Bahia* (452 kil.). Cette dernière ligne est la seule qui atteigne encore le rio São Francisco, où les rails sont arrivés en 1896.

Le fait que nous venons de signaler est général au Brésil. Avec une curieuse continuité de vues, les Anglais recherchent le monopole des voies aboutissant aux grands ports, et s'arrêtent dès qu'ils se sont assuré le trafic et la clientèle des régions desservies par ces ports. C'est l'histoire bien connue du chemin de fer de Santos à Saint-Paul; c'est aussi, semble-t-il, celle du *chemin de fer de Rio Grande à Bagé*.

Ici, la possession de la porte de sortie du Brésil méridional, Rio-Grande, leur avait primitivement échappé, la ligne ayant été construite par une Société française. Mais ils ne tardèrent pas à la racheter, malgré son mauvais rendement, et se refusèrent à profiter des conventions déjà passées pour le prolongement. L'État fut obligé de s'en occuper directement, dans le but de relier Bagé à la ligne stratégique, dénommée *Porto Alegre à Uruguyana* dont il avait déjà entrepris la construction. L'ensemble des lignes de l'Union ouvertes au trafic dans le sud du Brésil, s'élevait ainsi, à la fin de 1896, à 587 kilomètres.

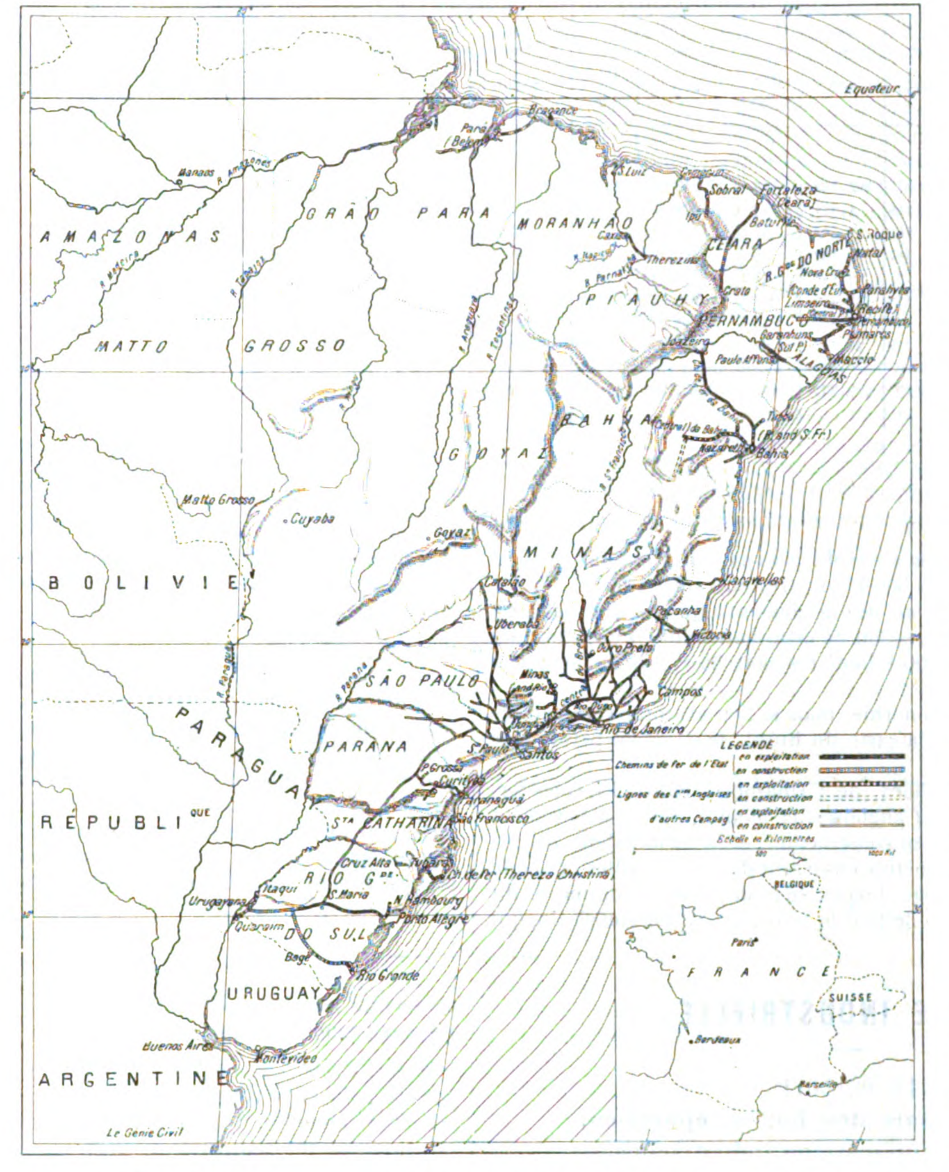


Fig. 1. — Carte du Brésil montrant le développement des différents réseaux de voies ferrées.

En résumé, le réseau des chemins de fer de l'Union compte aujourd'hui 3 187 kilomètres en exploitation, dont 1 383 au nord, 1 217 dans la région centrale et 587 au sud.

Dès les premières années de sa construction, des offres avaient été faites par des Sociétés privées pour l'affermage de ce réseau. Mais il donnait alors de très bons résultats et ces propositions n'eurent aucune suite.

Dans ces derniers temps, les conditions changèrent. Le rapport moyen des dépenses aux recettes qui, jusqu'en 1888, atteignait à peine 50 %, s'éleva brusquement à 85 % pour la période de 1889 à 1895, et enfin dépassa 100 % en 1895. La recette avait cependant doublé pendant ces six années, mais la dépense avait quadruplé.

On pourrait croire, du moins, qu'à cette augmentation extraordinaire correspondait un luxe exagéré dans le fonctionnement des services. Malheureusement l'inverse s'était produit, et il suffirait d'ouvrir un journal du pays, un compte rendu de société locale ou même un rapport officiel, pour y trouver le tableau d'un désarroi général.

Pour ne citer que deux faits, sur les 321 locomotives que possède à lui seul le Chemin de fer Central, 107 seulement restaient en bon état, et une Commission, nommée récemment, constatait dans la caisse de cette ligne un déficit de 5 556 contos, soit, au change actuel seulement, 5 millions et demi de francs !

Se basant sur cette situation, à la fin de 1895, M. E. dos Guimarães Bonjean, ancien élève de l'École Centrale de Paris, avait proposé au Congrès de louer les chemins de fer de l'État, pour 90 ans, moyennant le versement de 365 millions de francs. A partir de ce jour, la question se précisa, le Gouvernement consulta les directeurs des diverses lignes, les Sociétés techniques et, entre autres, le Club des Ingénieurs civils. Toute la presse entra en lice et les Chambres consacrèrent de longues séances à la discussion de ce projet.

La solution paraissait devoir être encore ajournée lorsque, au mois de novembre 1896, à la suite d'une grave maladie, le Président de la République transmit provisoirement le pouvoir au Vice-Président, M. Manoel Victorino. Celui-ci, arrivant avec un plan de réformes économiques qui comprenait l'affermage des chemins de fer, confia immédiatement le portefeuille des Travaux publics à M. Joaquim Murtinho, l'un des promoteurs les plus convaincus du projet. Dès lors, pour qui connaît le pouvoir que donnent au Président et aux ministres les institutions et les mœurs du Brésil, le résultat n'était plus douteux ; en quelques semaines le programme était arrêté, la loi votée, promulguée et l'adjudication ouverte.

La loi, en date du 9 décembre 1896, autorise le pouvoir exécutif à racheter le papier-monnaie au moyen de diverses opérations et, en particulier, des fonds à provenir de la location des chemins de fer de l'État, dont elle indique seulement la base. Les détails de l'adjudication sont fixés par les décrets et avis des 28 décembre 1896 et 9 janvier 1897.

Les soumissions seront reçues, jusqu'au 15 mai 1897, à Rio, Paris, Londres, Berlin, Bruxelles et Washington. Pour éviter toute possibilité d'indiscrétions par voie télégraphique, elles seront ouvertes, dans chacune de ces capitales, au moment précis correspondant à 2 heures du soir pour Rio, c'est-à-dire, par exemple, à 11 h. 45 du matin à Washington et à 5 h. 2 du soir à Paris.

La durée du bail consenti est de 60 ans. La somme à verser de 125 millions au moment de la signature du contrat et de 20 % de toute recette dépassant 12 % du capital. L'adjudication roulera sur la somme supplémentaire offerte par les soumissionnaires, sous forme d'une annuité à verser en or pendant la durée du bail.

L'État accepte d'ailleurs les propositions pour une ou plusieurs lignes, en groupe ou isolées ; il reste seulement entendu que la contribution initiale de 125 millions est applicable au Chemin de fer Central.

Telles sont, en quelques mots, les clauses principales du cahier des charges ; il importe de mentionner, en outre, que l'adjudicataire aura la préférence pour la construction de tous prolongements, travaux d'agrandissement et d'amélioration, ce qui ouvre de larges horizons à l'industrie étrangère. Il ne faut pas se dissimuler que, si cette affaire est déjà susceptible, entre de bonnes mains, de donner des bénéfices importants, elle vaudra surtout par les avantages indirects de toute

nature, placements de matériel, de personnel, création de nouvelles relations financières, commerciales, industrielles, etc., qu'elle procurera à ceux qui la réaliseront, et nous croyons intéressant de montrer, en terminant ce rapide aperçu, combien il importe, autant pour l'indépendance économique du Brésil que pour l'extension de notre industrie, que nos capitalistes ne se laissent pas devancer encore par leurs concurrents d'Outre-Manche.

Déjà, au Brésil comme en République Argentine, les Anglais ont acquis une incontestable prépondérance dans l'industrie des chemins de fer. Les capitaux qu'ils ont engagés, les fournitures qu'ils se sont assurées, dans presque toutes les lignes de ce pays, atteignent un chiffre considérable. Mais, pour ne parler que de celles qui sont purement anglaises, de nom anglais et dirigées par un personnel anglais, leur longueur atteint déjà 4 500 kilomètres en exploitation.

Si donc, c'étaient des Anglais qui devenaient adjudicataires des 3000 kilomètres de l'Union, la direction de cette nationalité s'étendrait dès aujourd'hui sur plus de 7500 kilomètres, soit 55 % de la longueur totale actuelle.

Cette proportion est déjà énorme, mais si l'on examine comment ce réseau se distribuerait sur la carte du Brésil, la situation paraît plus grave encore.

Dans toute la région du Nord, de l'Amazone à Bahia, les voies ferrées seraient exclusivement anglaises, et bientôt, après l'achèvement de quelques tronçons déjà en construction, elles formeraient un réseau compact de 2 500 kilomètres enserrant dans ses mailles la pointe de Pernambouc et du cap São Roque, ce poste avancé, comme le dit Reclus, de la République et de tout le continent latino-américain, qui forme le point d'attraction principal pour les navires venus de l'Amérique du Nord, de l'Europe, de l'Afrique et constitue ainsi une des plus belles étapes sur les routes du monde.

Au centre, le *Chemin de fer Central*, artère maîtresse de la circulation s'unissant aux lignes anglaises de *Minas and Rio* et de *Santos à Jundiahy* et au réseau voisin de la *Compagnie Leopoldina*, qui possède déjà 2 127 kilomètres en exploitation et vient, il y a quelques jours, d'être racheté par des capitalistes anglais, formerait un immense réseau de près de 4 000 kilomètres aboutissant aux deux grands ports du Brésil central, Rio-de-Janeiro et Santos.

Au sud enfin, les 1 000 kilomètres déjà ouverts au trafic dans l'État de Rio-Grande passeraient entre les mains des Anglais et s'uniraient aux nombreux chemins de fer anglais de la République Argentine et de l'Uruguay, qui viennent déjà drainer le trafic à la frontière brésilienne.

TABLEAU DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BRÉSILIEN.

DÉSIGNATION DES LIGNES	LONGUEURS EXPLOITÉES au 31 décembre		CAPITAL DE PREMIER établissement		EXPLOITATION EN 1895 — RECETTES		DÉPENSES		BÉNÉFICES		DÉFICITS		COEFFICIENTS d'exploitation	EXPLOITATION DEPUIS L'ORIGINE			
	1896	1895	Total	Kilométrique	Totales	Kilométriques	Totales	Kilométriques	Totaux	Kilométriques	Totaux	Kilométriques		Recettes	Dépenses	Bénéfices	Déficit
	km	km	C	C	$	$	$	$	$	$	$	$	%	C	C	C	C
Chemin de fer Central . .	1 217	1 217	161.752	132	27.945:005	22:962	28.011:706	23:907	»	»	66:701	55	100.2	340.791	230.039	110.752	»
— de Sobral .	216	216	4.971	23	210:531	973	259:990	1:202	»	»	49:459	229	123	1.286	2.116	»	830
— de Baturité	245	245	11.455	47	851:795	3:476	943:352	3:850	»	»	91:557	374	110	7.060	6.944	116	»
— de Bahia. .	452	383	21.469	56	660:692	1:724	1.160:320	3:028	»	»	499:628	1:304	175	3.579	7.627	»	4.048
Central Pernambouc. . .	161	161	26.248	163	758:832	4:714	731:175	4:541	27:657	173	»	»	96	2.370	3.261	»	891
Sud Pernambouc	193	146	29.426	201	647:485	4:434	2.314:046	15:848	»	»	1.666:561	11:414	357	3.443	8.071	»	4.628
Paulo Alfonso.	116	116	6.820	56	87:315	752	168:234	1:450	»	»	80:819	698	192	820	2.186	»	1.366
Porto Alegre à Uruguyana.	587	379	24.380	63	2.109:438	5:566	1.632:022	4:306	477:416	1:260	»	»	77	12.270	11.870	400	»
TOTAUX ET MOYENNES.	3 187	2 863	286.521	100	33.271:093	11:621	35.220:845	12:302	505:073	176	2.454:825	857	105	371.619	272.144	111.268	11.763
									»	»	1.959:752	684				99.505	

($) milreis valant 2 fr. 82 au change pair et actuellement environ 1 franc. — (C) conto de reis valant 1 000 milreis.

En résumé, toutes les voies d'accès du Brésil, tous les ports par lesquels il aspire la vie extérieure seraient occupés par les Anglais. On comprend l'inconvénient qu'aurait pour notre industrie cette mainmise d'une industrie rivale sur l'un des plus riches marchés du monde. Quant au Brésil, il perdrait l'occasion que peut lui procurer l'affermage de ses chemins de fer de contre-balancer l'influence britannique par celle d'une autre nationalité concurrente, et il faut espérer qu'une opération de cette nature, qui comporte une part dans sa vie intérieure, sera confiée à une nation dont l'origine, les mœurs, la langue, les institutions, se rapprochent autant que possible des siens.

J. COURAU,
Ancien élève de l'École Polytechnique.

CHIMIE INDUSTRIELLE

LE PÉTROLE

Gisements, essais des huiles, épuration, principales applications industrielles.

(Suite et fin[1].)

ÉCLAIRAGE AU PÉTROLE. — MM. Riche et Halphen décrivent ensuite en détail les applications du pétrole à l'éclairage, au chauffage, à la production de force motrice, au graissage. Ces applications étant familières à nos lecteurs, nous serons très bref à leur égard.

Le pétrole est utilisé pour l'éclairage sous les trois états : gazeux, liquide et solide; à l'état gazeux, sous forme de gaz riche brûlé seul, ou sous forme de gaz carburant le gaz d'éclairage, le gaz à l'eau, ou simplement l'air; à l'état liquide, sous forme d'essence, d'huile lampante, d'huile lourde; à l'état solide, sous forme de bougies de paraffine.

1° *Gaz riche.* — Le gaz riche, provenant de la décomposition pyrogénée du pétrole, a, sur le gaz de houille, l'avantage de ne renfermer que de très minimes proportions de composés ammoniacaux et sulfurés; il subit longuement la compression sans perdre sensiblement de son pouvoir éclairant, tandis qu'au bout de 2 ou 3 jours le gaz de houille n'éclaire plus; enfin il se prépare plus simplement que ce dernier et se prête ainsi très bien à l'installation de petites usines desservant les petites villes, les villages et même les fabriques isolées. Dans ces conditions, son emploi se répand beaucoup.

2° *Gaz d'éclairage au pétrole.* — Il a été pris un grand nombre de brevets pour la fabrication du gaz d'éclairage avec l'huile minérale et ses divers produits. Tous ont pour principe de distiller la substance employée à une température assez élevée pour en dissocier tous les éléments et les transformer en produits gazeux. On se servait autrefois des naphtes, mais ils ne suffisent plus, et actuellement on se sert d'huiles brutes, d'huiles lampantes et d'huiles lourdes.

3° *Carburation du gaz d'éclairage.* — Plusieurs inventeurs ont cherché à éviter l'altération que subit le gaz de houille, quand on le transporte, en lui ajoutant une certaine proportion de carbures riches empruntés au pétrole. MM. Riche et Halphen indiquent les procédés Sugg et Riedinger qui, du reste, ne donnent, pas plus que d'autres, une solution satisfaisante du problème.

4° *Carburation du gaz à l'eau.* — Le naphte lourd, l'huile de pétrole brut, les huiles lourdes sont utilisés en immenses quantités pour carburer le gaz à l'eau et augmenter son pouvoir éclairant. On emploie pour cela les appareils de Lowe et surtout d'Humphrey. D'après le professeur Sadtler, 13,5 à 18 litres d'huile brute suffisent pour saturer, avec un bon appareil, 28^{mc}135 de gaz; et, sur la quantité totale de gaz d'éclairage préparé aux États-Unis, 60 % au moins sont constitués par des gaz à l'eau ainsi enrichis.

5° *Carburation de l'air.* — Elle consiste à lancer un courant d'air, à travers une couche plus ou moins épaisse de gazoline, de façon qu'il

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 22, p. 345; n° 23, p. 365.

se charge de vapeurs d'hydrocarbures. L'air ainsi enrichi a été employé avec succès pour éclairer des laboratoires, des maisons de campagne, avec ou sans gazomètre, c'est-à-dire à l'aide d'appareils emmagasinant le mélange déjà préparé, ou ne le fournissant qu'au fur et à mesure des besoins.

Un chimiste de Chicago a récemment réalisé un nouveau système d'éclairage en faisant passer de l'air ordinaire sous pression, d'abord dans de la gazoline, puis à travers du coton imprégné d'eau, qui retient l'excès de gazoline. Le mélange, qui brûle avec une flamme bleue très chaude, est conduit sur un treillis contenant de la zircone; il se forme une lumière éblouissante, qui, d'après l'inventeur, reviendrait à un peu plus de 3 centimes par heure en produisant l'équivalent de 100 becs d'éclairage; la dépense serait d'environ un demi-gallon, et le gallon (4,54 litres) vaut 5 centimes à Chicago. Le même appareil pourrait servir au chauffage.

6° *Emploi des gazolines et essences.* — Il faut prendre, comme on sait, quelques précautions pour éviter l'inflammation éventuelle du liquide contenu dans la lampe. A New-York et dans plusieurs autres États de l'Amérique, il est interdit de se servir des essences pour l'éclairage des appartements; mais on les emploie beaucoup pour l'éclairage extérieur.

7° *Emploi des huiles lampantes.* — Nous nous contenterons de rappeler ici que les lampes, qui consomment ces huiles, ont été très perfectionnées, depuis quelques années.

8° *Emploi des huiles lourdes.* — La combustion de ces huiles est susceptible de fournir une excellente lumière, particulièrement applicable pour l'éclairage des chantiers, des cours d'usines, etc.; mais, comme elle est moins facile que celle des huiles lampantes, il faut avoir recours, pour l'assurer, à des dispositifs spéciaux : ordinairement on pulvérise les huiles, à l'aide de l'air comprimé.

Il était intéressant de comparer les huiles américaines et russes au point de vue de l'éclairage qu'elles peuvent donner C'est ce qu'ont fait MM. Engler et Levin :

Dans ce but, ils ont brûlé chacune des huiles expérimentées dans une lampe spéciale, appropriée à la nature de cette huile (brûleur Cosmos perfectionné de Schuster et Baer pour les huiles russes, brûleur Cosmos rond de Wild et Wessel pour les huiles américaines). Ils sont arrivés aux résultats suivants, à égalité de consommation :

1° Les deux huiles fournissent, dans ces conditions, sensiblement la même quantité de lumière, les huiles russes en donnent peut-être un peu plus;

2° Le pouvoir éclairant initial de l'huile américaine est plus considérable que celui de l'huile russe, mais la décroissance du pouvoir éclairant de la première est plus rapide que celle du pouvoir de la seconde, de sorte qu'à la fin de l'expérience, l'huile caucasienne donne une flamme plus lumineuse que l'huile américaine.

9° *Bougies de paraffine.* — Ces bougies donnent une flamme très brillante, mais légèrement fuligineuse; de plus, elles coulent beaucoup et se déforment aisément; enfin, au moment où elles s'éteignent, elles donnent une odeur très désagréable. Ces inconvénients ont empêché les bougies de paraffine de se répandre en France; en Angleterre, au contraire, on en brûle beaucoup.

L'emploi de paraffine d'ozokérite, l'addition d'acides stéarique et palmitique donnent des bougies moins fusibles et moins fuligineuses.

Chauffage au pétrole. — On connaît les avantages du chauffage au pétrole sur le chauffage au charbon. Alors qu'un kilogramme de houille, abstraction faite des cendres et de l'eau, dégage en brûlant 8 500 calories, un kilogramme d'huile lourde en dégage 10 900 et le même poids d'essence, de pétrole raffiné et de pétrole brut en dégage 11 070. L'huile minérale emmagasinée donne donc, sous un poids déterminé, une quantité de calorique notablement plus considérable que la houille. En outre, avec le pétrole, la flamme s'étale dans le foyer d'une manière uniforme; il n'y a pas d'encrassement par le mâchefer; il n'y a ni fumée ni suie; la poussière de charbon ne salit plus l'usine, et le nombre des chauffeurs peut être fort réduit.

Pour le chauffage domestique, on emploie beaucoup, en Amérique, les gazolines et les naphtes, dans des appareils formés, en principe, de 1 à 4 becs du genre Busset, dans le pied desquels arrive de la gazoline qui est aspirée avec l'air extérieur; cette gazoline est contenue dans un réservoir en métal, placé au-dessus du brûleur, avec lequel la communication est établie par un tube à robinet. L'emploi de ces appareils, beaucoup plus dangereux que celui des lampes à éponge, n'est pas à recommander chez nous.

Il est au contraire regrettable, d'après MM. Riche et Halphen, qu'on n'utilise pas en France, comme on le fait couramment aux États-Unis, pour le chauffage industriel, l'essence lourde *(heavy naphta)*, qui reste en quantités considérables après la séparation des essences ordinaires et qui est trop légère pour entrer dans un pétrole lampant de bonne qualité. Chez nous l'introduction de ces hydrocarbures légers permet d'ajouter au mélange des huiles très lourdes, et les produits qui en résultent, de la densité réglementaire de 0,800, sont toujours de qualité médiocre.

Mais, beaucoup plus encore que le naphte lourd, l'huile brute et l'huile lourde sont employées pour le chauffage industriel. C'est surtout depuis la découverte des gisements de Lima que cette application a pris, là-bas, un immense développement. La consommation pour cet usage, qui atteignait à peine 700 000 barils en 1887, s'est élevée en 1891, d'après la Standard Oil Company, pour la seule huile de Lima à 7 millions 309 273 barils (4 994 625 d'huile brute, 2 314 648 de résidus provenant du raffinage de l'huile brute). On peut dire que, dans la Pensylvanie, l'Ohio, l'Illinois, l'Indiana, le pétrole brut de Lima fait une concurrence souvent victorieuse au charbon de terre, bien que l'anthracite de Pensylvanie se vende 16 fr. 25 la tonne, le charbon gras de l'Illinois de 9 fr. 25 à 8 fr. 25, celui de l'Indiana de 11 fr. 75 à 7 fr. 55. C'est que l'expérience a prouvé que l'emploi du pétrole convenait très bien pour la production de la vapeur, pour le chauffage des fours de toutes sortes, fours à chaux, à brique, à porcelaine, à verre, fours à fer, à cuivre, foyers ordinaires ou foyers à température très élevée, en un mot pour tous les usages industriels.

Les Américains en exceptent cependant le chauffage des locomotives et des bateaux à vapeur. Pour les premières, on reproche au pétrole la nécessité de charger sur le tender une très grande quantité d'huile et la difficulté que l'on éprouve à introduire l'huile dans le foyer. Telle a été du moins la conclusion de l'enquête à laquelle s'est livré M. C.-B. Dudley sur l'essai fait par la Compagnie du chemin de fer de Pensylvanie, suivant la méthode employée en Russie. Pour ce qui est des bateaux à vapeur, l'Administration de la Marine des États-Unis a fait, dans ses chantiers de New-York et de Boston, des essais dont le résultat a été que, tant au point de vue de la facilité du maniement que du confort, de la santé des chauffeurs, que de la sécurité des passagers, il fallait s'opposer à l'emploi du pétrole pour le chauffage des chaudières marines.

Ces décisions ne nous paraissent pas sans appel : la conclusion de M. Dudley nous étonne d'autant plus qu'avec son pouvoir calorifique plus grand que celui du charbon, l'huile nous semble plus propre que ce dernier à emmagasiner une grande énergie mécanique sous un petit volume. Nous ne pouvons d'ailleurs oublier que, dans le sud de la Russie, trains et bateaux sont munis de chaudières chauffées au pétrole. Il faut voir la raison de cette opposition dans ce fait que le charbon est à très bas prix en Amérique et qu'il fait défaut sur les bords de la Caspienne.

Moteurs au pétrole. — MM. Riche et Halphen font, sous cette rubrique, une intéressante étude de l'application du pétrole à la production de la force motrice et, en particulier, à la locomotion automobile. Nous ne les suivrons pas sur ce terrain, qui est trop connu de nos lecteurs.

Huiles de graissage. — Les huiles minérales de bonne qualité ont, sur les huiles minérales et végétales, le double avantage d'être neutres, par suite, de ne pas attaquer le métal et de ne pas produire de cambouis durs. La lubrification des divers organes de machines exige des qualités fort variées, qui ont conduit à fabriquer un grand nombre de produits fort différents.

Les huiles américaines les plus légères (0,833 à 0,864) (neutral oils) sont souvent mélangées aux huiles animales et végétales. Les huiles lourdes se différencient en huiles pour broches (spiable), huiles pour machines et huiles pour cylindres (cylinder oils); leur caractères principaux sont de ne s'enflammer qu'à des températures élevées, de ne se solidifier qu'à un degré assez bas et d'avoir une très grande viscosité.

Les huiles de provenance russe sont représentées par quatre qualités dont trois raffinées et une brute : oléonaphte n° 0 ou 00, de couleur orange foncée, de densité 0,910, employée pour le graissage des cylindres et les tiroirs des machines à vapeur; oléonaphte n° 1, de couleur orange, de densité 0,907 à 0,905, employée pour le graissage des machines, transmissions, et pour le mélange avec les huiles animales et végétales; oléonaphte n° 2, de couleur orange claire, de densité 0,897 à 0,895, employée pour le graissage des métiers de tissage, des broches de filatures, etc.; mazout, de couleur noire, d'une densité de 0,912 à 0,910; c'est le résidu de la distillation du pétrole, qui s'emploie sans raffinage, et presque exclusivement pour le graissage du matériel roulant des chemins de fer. On la mélange, pour cet usage, avec d'autres huiles (colza, résine, etc.).

Les huiles de provenance anglaise sont surtout destinées aux mélanges, soit avec des huiles minérales plus denses ou plus légères, soit avec des huiles végétales ou animales; ce sont presque toujours des huiles raffinées, d'une densité de 0,865 à 0,890.

En France, on consomme surtout des huiles russes.

Malgré les renseignements que fournissent les déterminations de la volatilité, de la densité, de la consistance, des points de fusion, d'évaporation et d'inflammation des huiles minérales, on est souvent embarrassé pour juger des différentes qualités des huiles de graissage. Aussi a-t-on proposé de déterminer directement leur valeur en les employant à la lubrification d'organes mécaniques et, dans cer-

tains cas, en cherchant à réaliser des conditions aussi identiques que possible à celles de l'application industrielle. Un certain nombre d'appareils ont été proposés dans ce but. MM. Riche et Halphen donnent la description des appareils Mac Naught, Thurston Henderson, Paris-Lyon-Méditerranée; ils terminent par l'étude de l'ixomètre Barbey employé, en France, pour mesurer la viscosité d'une huile.

Tel est cet ouvrage qui, par l'exposé méthodique de la question si actuelle du pétrole et par les documents originaux qu'il renferme, ne manquera pas d'intéresser de nombreux lecteurs, producteurs et consommateurs de pétrole, ou simples amateurs désireux de faire la connaissance d'une des branches les plus intéressantes de l'industrie moderne.

Gérard Lavergne,
Ingénieur civil des Mines,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

CONSTRUCTIONS CIVILES

NOUVEAUX FOURS CRÉMATOIRES

Systèmes Schneider et Klingenstierna.

Comme complément à la série de fours crématoires qui ont déjà été décrits dans le *Génie Civil* (1), nous donnerons quelques renseignements (2) sur deux nouveaux systèmes de fours qui ont été récemment construits en Allemagne.

Les figures 1 à 12 montrent les dispositions d'ensemble de trois monuments édifiés, dans le courant de l'année 1891, pour l'incinération des cadavres à Hambourg, Heidelberg et Offenbach. Dans chacun de ces monuments, la salle affectée à la cérémonie funèbre est séparée de celle où s'effectue l'incinération. Le cercueil est placé dans une

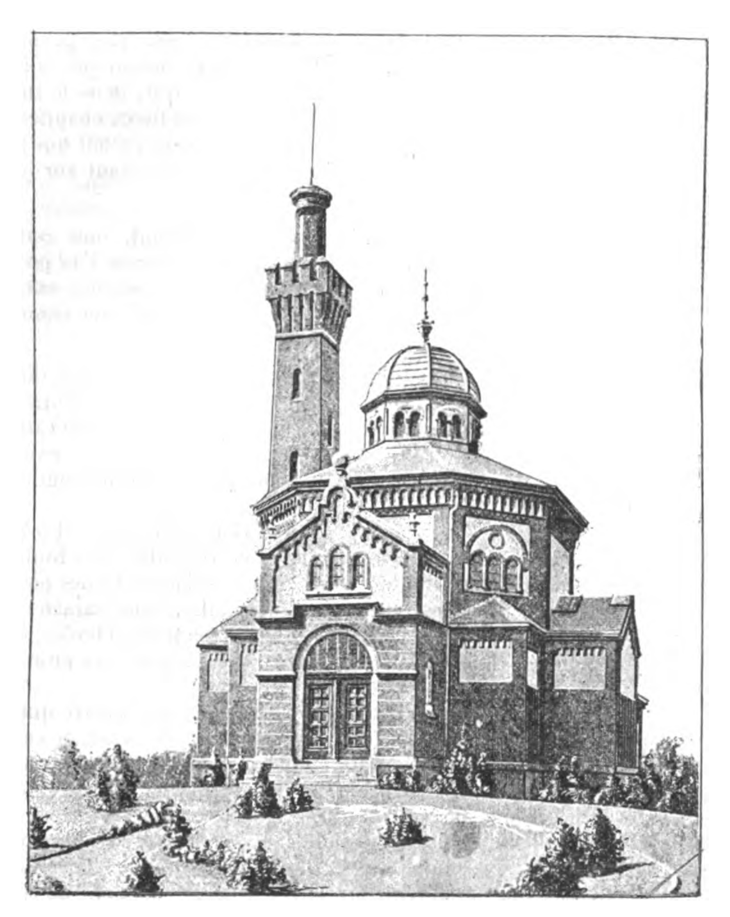


Fig. 1. — Vue du four crématoire de Hambourg.

excavation, sous le plancher, d'où on l'amène, la cérémonie terminée et sans éveiller l'attention des personnes du cortège, dans le four crématoire.

A Hambourg, il y a une trappe mobile qui se referme aussitôt que le cercueil a quitté le niveau du plancher pour descendre dans le sous-sol. A Heidelberg, on a disposé au-dessus de l'excavation un baldaquin destiné à recevoir les couronnes, fleurs, etc.; il s'abaisse simultanément avec le cercueil, et vient masquer l'ouverture du plancher. Le mécanisme est actionné à Hambourg par un appareil hydraulique, et à Heidelberg par une pompe pneumatique à huile.

A Offenbach, le four d'incinération n'a pas pu être établi dans le sous-sol, à cause des eaux d'infiltration; on fait glisser sur des rails

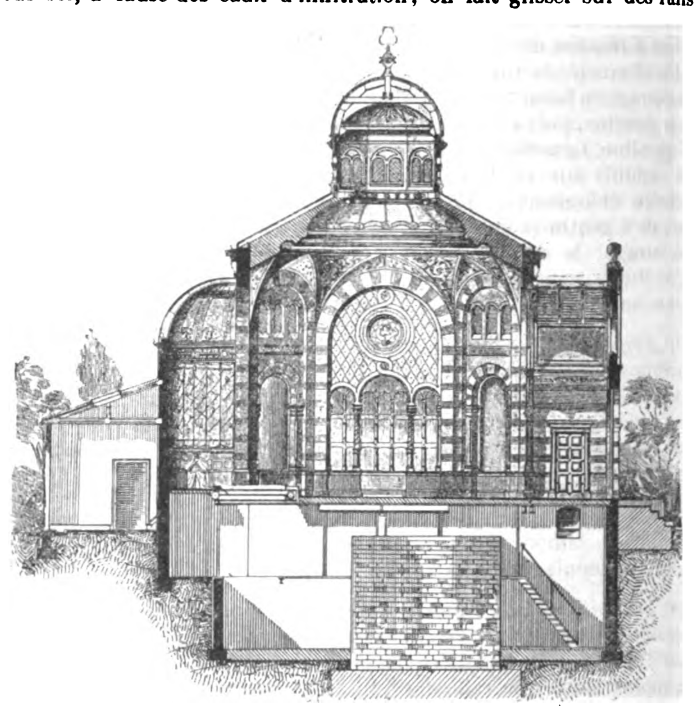


Fig. 2. — Section transversale du four crématoire de Hambourg.

le cercueil de la salle de cérémonie jusqu'au four par une ouverture dont les portières se referment aussitôt.

Les deux fours d'Offenbach et de Heidelberg sont dus à un colonel du génie suédois, M. Klingenstierna; celui de Hambourg a été construit

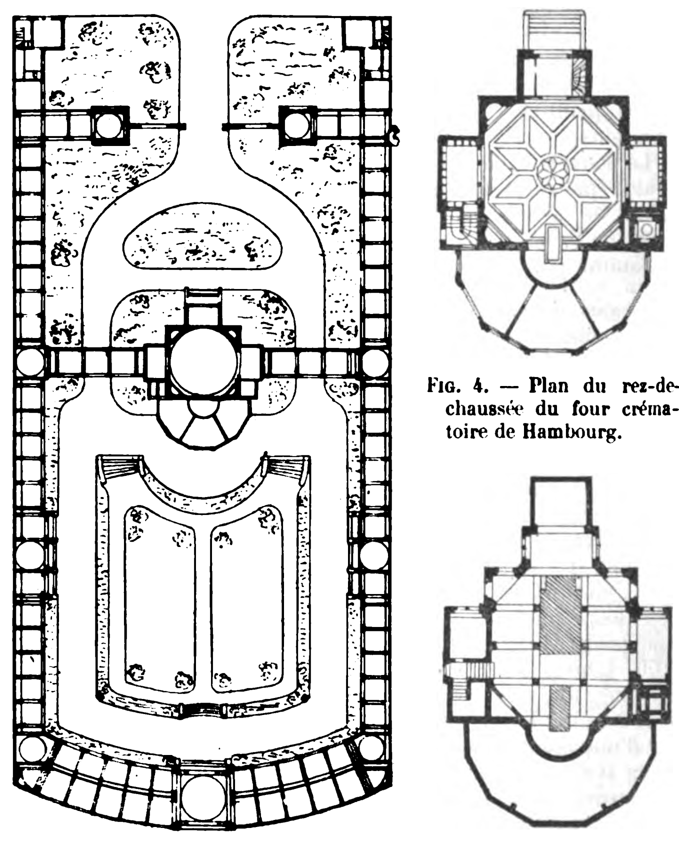


Fig. 3. — Plan général du four crématoire de Hambourg.

Fig. 4. — Plan du rez-de-chaussée du four crématoire de Hambourg.

Fig. 5. — Plan du sous-sol du four crématoire de Hambourg.

d'après les dessins de M. Richard Schneider, Ingénieur à Dresde. Les deux systèmes satisfont au programme élaboré par le Congrès de Dresde pour l'étude de la crémation.

Four système Schneider. — Ainsi que le montrent les figures 6 et 7, toute l'installation pour l'incinération est logée dans un sous-sol qui se trouve au-dessous de la salle des cérémonies funèbres. Le cercueil est amené jusqu'au niveau du four, puis placé sur un chariot roulant sur rails, et conduit directement dans la chambre où se fait l'incinération.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. I, nos 8, 9, 10, 11, 12, 15 et 16; t. XVI, n° 23; t. XVIII, nos 25 et 26.
(2) D'après une conférence faite par M. de Engerth, à la Société des Ingénieurs et Architectes autrichiens.



Pour allumer le four, on charge la grille du gazogène avec des copeaux, du bois menu et du coke, et on y met le feu. Lorsque la couche est devenue incandescente, on remplit le gazogène jusqu'au sommet de l'entonnoir; l'incinération s'opère ensuite sans la moindre production de fumée. L'air nécessaire pour la production des gaz entre d'abord par l'ouverture pratiquée au-dessous de la grille; mais dès que le coke est suffisamment incandescent, on ferme cette ouverture : l'air n'entre plus alors que par les ouvertures percées dans la partie d'avant du gazogène, et il arrive par les conduits qui se trouvent dans la maçonnerie de cette paroi, en s'échauffant, jusqu'à la grille. Sous la grille du gazogène on a placé une cuve remplie d'eau dans le but d'éviter l'usure trop rapide de la grille et des parties inférieures du gazogène.

Le mélange des gaz qui se dégagent lors de la combustion (oxyde de carbone, hydrogène, azote, et un peu d'acide carbonique) forme le gaz de chauffage qui se rend par l'entonnoir du gazogène dans la chambre d'incinération. L'air nécessaire à la combustion des gaz pendant l'allumage du four entre à gauche et à droite, en bas du gazogène, par des ouvertures munies de registres; il se mêle, une fois arrivé dans l'entonnoir, avec les gaz de chauffage venant du gazogène, et en assure la combustion complète.

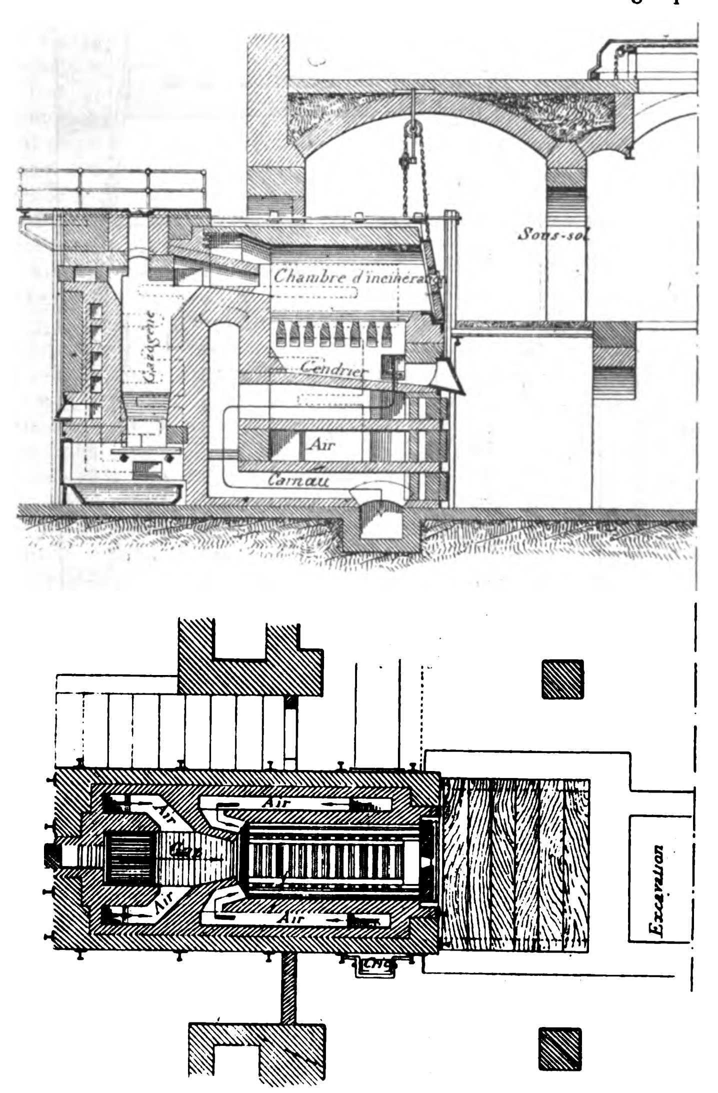


Fig. 6 et 7. — Détails du four crématoire de Hambourg (système Schneider) : coupe transversale et plan.

Pendant l'allumage des fours, les soupapes placées à la face d'avant de la paroi et par lesquelles entre l'air nécessaire à la combustion, sont fermées. Mais, pendant l'incinération d'un cadavre, cet air entre par les soupapes, traverse les conduits situés au-dessous des carneaux de la cheminée, monte dans les conduits pratiqués dans la maçonnerie, en s'échauffant considérablement au contact de cette dernière, et s'engouffre finalement par les ouvertures situées au-dessus et à côté de l'entonnoir du gazogène dans la chambre d'incinération, où il arrive avec une température de près de 1 000°.

La chambre d'incinération est voûtée et munie d'une grille maçonnée en briques réfractaires. L'extrémité de cette chambre est fermée par une porte en fer coulissante, garnie d'une masse d'argile réfractaire, dans laquelle on a pratiqué un regard. Au-dessous de la chambre se trouve un cendrier, avec entonnoir pour recueillir les cendres, et au-dessous du cendrier est le carneau de la cheminée par laquelle s'échappent les produits gazeux de la combustion.

Après un chauffage de quatre heures environ, la maçonnerie du gazogène, ainsi que celle de la chambre d'incinération, sont à la température du rouge clair, et le four est prêt pour commencer l'opération. On introduit alors le chariot (un mécanisme spécial appliqué à son châssis permet de déposer le cercueil sur la sole du four et de retirer le chariot très promptement), puis on referme la porte et on manœuvre les registres d'admission des gaz comme il est dit plus haut.

L'introduction du chariot dans le four doit se faire aussi rapidement que possible, à cause de l'intense chaleur rayonnée par la maçonnerie de la chambre d'incinération. Il est à recommander de faire usage de cercueils en bois. En effet, la chaleur à l'intérieur de la chambre d'incinération, due au rayonnement des parois, atteint déjà, lorsqu'on y pousse le chariot, 1 000°; un cercueil en zinc commencerait donc déjà, au moment où on l'introduirait dans le four, à s'amollir, tandis que le cercueil en bois ne commence à s'enflammer qu'après quelques minutes.

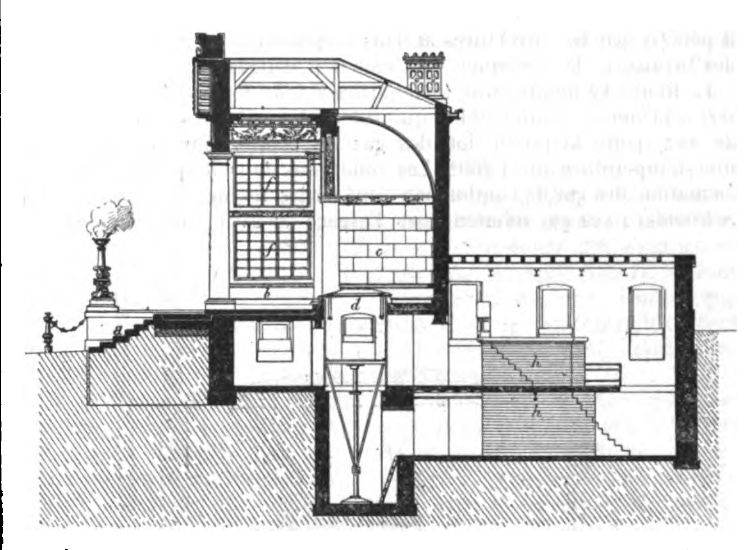
Le cadavre est incinéré uniquement par l'air brûlant qui l'entoure de haut en bas, et, par suite, toutes les parties combustibles, ainsi que les gaz qui se produisent, se mélangent intimement avec cet air et y brûlent complètement. Il ne faut pas que la température dépasse notablement 1 000° : à une température supérieure, la combustion des parties organiques du corps s'effectuerait plus rapidement, mais les os ne brûleraient pas, ils seraient simplement noircis et resteraient durs au lieu de se décomposer en une cendre blanche. La combustion s'opère complètement sans production de fumée et sans aucune odeur.

Les restes de l'incinération, la cendre et de petits fragments d'os de couleur blanchâtre, qui sont complètement calcinés et s'effritent facilement, tombent à travers la grille dans le cendrier, d'où ils sont retirés au moyen d'outils spéciaux.

La durée de l'incinération proprement dite est de $1^h\,{}^1/_4$ à $1^h\,{}^1/_2$.

Le prix du four, sans l'appareil pour la descente du cercueil, est de 7 500 francs, et la dépense pour une incinération atteint 20 à 25 francs (à Hambourg même, elle n'est que d'une douzaine de francs); mais si l'incinération est suivie immédiatement d'une autre, ce qui peut se faire au bout de 30 minutes environ, la dépense pour celle-ci s'abaisse considérablement.

La dépense totale du monument crématoire de Hambourg s'est élevée, y compris le prix du terrain, qui mesure 7 035 mètres carrés, à 155 000 francs environ.



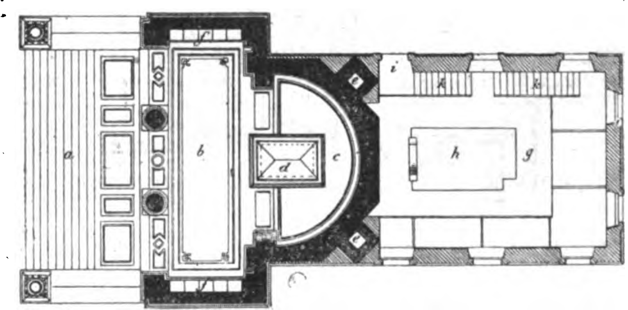


Fig. 8 et 9. — Coupe transversale et plan du four crématoire de Heidelberg (système Klingenstierna).

Four système Klingenstierna (fig. 8 à 12). — Ce four a été d'abord appliqué à Stockholm et à Gothenbourg (Suède), puis à Offenbach (Allemagne). La figure 11 donne la coupe transversale de cette dernière installation. Le catafalque sur lequel repose le cercueil est introduit par une porte coulissante et placé sur un plancher en bois. Le cercueil est ensuite soulevé par un appareil de levage, à une hauteur suffisante pour que l'on puisse glisser en dessous le chariot d'incinération sur lequel on dépose le cercueil.

A l'inverse du système Schneider, le chariot reste dans le four pendant toute la durée de l'incinération; il fait à la fois office de grille et de cendrier. Les roues du chariot, ainsi que le châssis, sont en fonte; le châssis est à deux parois, entre lesquelles on a interposé une couche de matière isolante qui empêche la transmission de la chaleur de la paroi supérieure à la paroi inférieure. Sur ce châssis on a disposé des dalles en matériaux réfractaires et, au dessus, la grille. Celle-ci est un peu inclinée vers l'avant, du côté de la tête du cercueil ; les cendres tombent dans une fosse dallée qui règne sous toute la longueur du chariot.

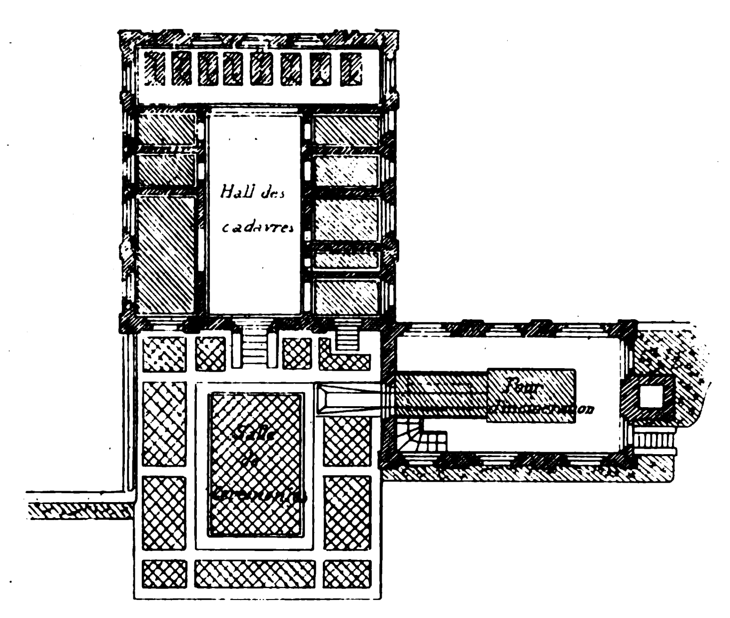


Fig. 10. — Plan du four crématoire d'Offenbach (système Klingenstierna).

L'air entre (fig. 12) par des ouvertures pratiquées dans la paroi extérieure, et arrive dans un espace creux ménagé entre la paroi intérieure, en matières réfractaires, du four proprement dit et la paroi extérieure. Il s'échauffe ainsi en circulant dans tout l'appareil; puis il pénètre par les ouvertures *m* dans l'espace qui se trouve au-dessous des tuyaux *i*, dans lesquels finalement il s'engage.

La figure 12 montre une installation à deux foyers ; le plus grand *f* sert à brûler le combustible, qui est également dans ce cas du coke de gaz, pour la production des gaz de combustion qui atteignent une température de 1 200°. Les conditions dans lesquelles a lieu la formation des gaz de combustion sont ici les mêmes que dans le four Schneider ; ces gaz montent par l'espace où s'échauffe l'air de combustion *b*, ils s'y mélangent avec de l'air atmosphérique frais qui est amené par un système de 36 tuyaux en fonte *i*. Cet air est réchauffé par un petit foyer à la température de 400°. Le mélange ainsi obtenu a une température d'environ 800° et il constitue l'air de combustion proprement dit, qui se répand dans la chambre d'incinération *t*.

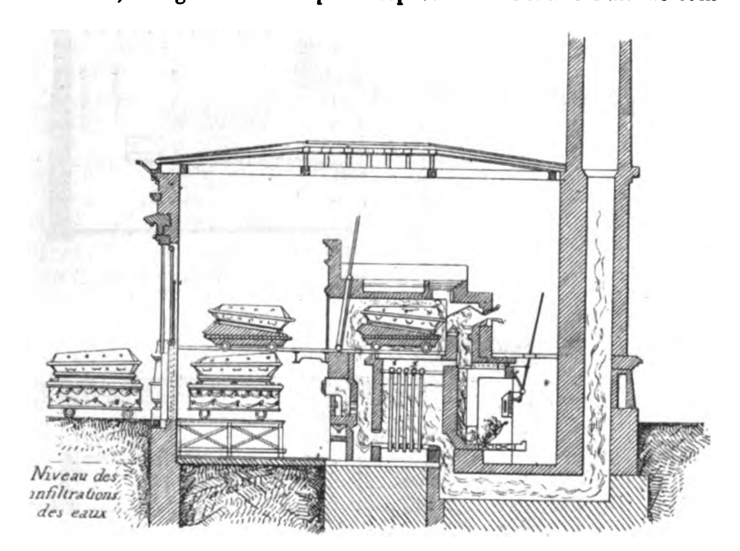


Fig. 11. — Coupe transversale du four crématoire d'Offenbach.

Les produits de la combustion s'échappent par le puits *t* situé à l'extrémité inférieure de la chambre et se mélangent avec l'air atmosphérique frais qui circule sous le chariot et entre directement du dehors par l'ouverture *e*; cet air frais a aussi pour but de refroidir les châssis du chariot. Le petit foyer dont il vient d'être question débarrasse les gaz qui s'échappent par le puits de toutes les matières impures entraînées par eux; ces gaz pénètrent dans l'espace *h* où ils sont réchauffés, puis ils arrivent par le conduit d'échappement *r* dans la cheminée, et de là au dehors.

L'allumage du four doit se faire environ deux heures avant l'incinération. Pour introduire le chariot qui porte le cercueil on ouvre la porte d'entrée du four, après avoir soulevé la porte coulissante qui est en matériaux réfractaires. Pendant cette manœuvre, on n'est pas pressé par le temps comme dans le cas du four Schneider, car la chambre d'incinération n'est pas à une température aussi élevée; on peut donc, avec les fours Klingenstierna, employer des cercueils en zinc; ce métal donne lieu à moins de résidus que le bois.

Au moyen d'un registre *k*, on peut régler l'arrivée des gaz de combustion ; leur échappement est réglé par un autre registre *l*. De même, en agissant sur une valve *q*, par laquelle est amené l'air de combustion, on peut toujours avoir un mélange de gaz dont la température ne dépasse pas 800°.

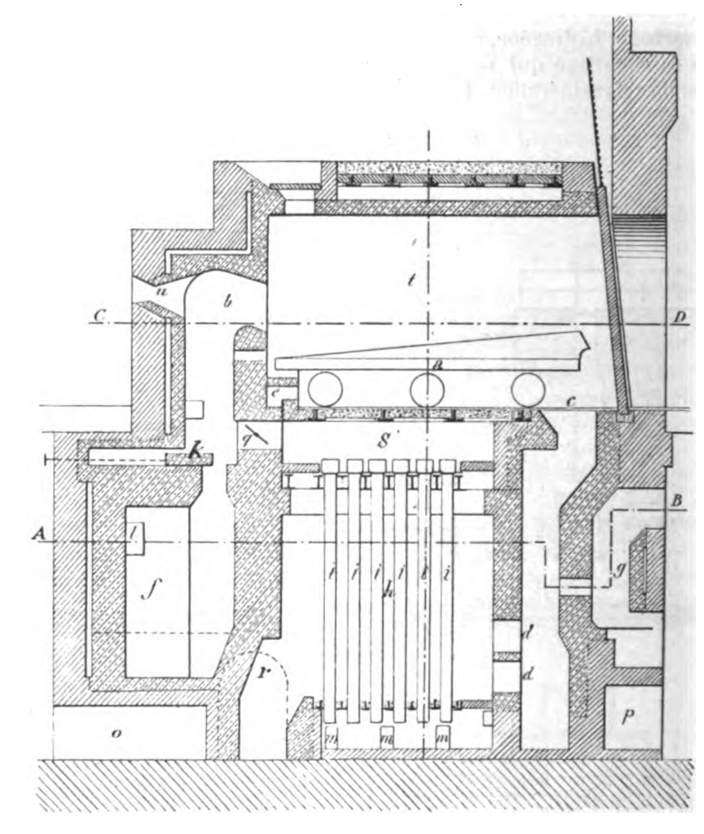


Fig. 12. — Détails du four crématoire, système Klingenstierna.

L'incinération dure deux heures environ.

La cendre n'est pas mélangée et se compose en grande partie de fragments d'os de couleur blanchâtre qui s'effritent facilement. L'incinération ne donne lieu à aucune production de fumée ni d'odeur.

La cheminée est d'une hauteur modérée ; elle dépasse à peine la toiture du four crématoire.

L'appareil, à Offenbach, a coûté 8 750 francs ; la dépense pour une incinération y est de 10 à 12 francs seulement, tandis qu'à Gotha elle atteint 50 francs. La dépense totale pour le monument crématoire d'Offenbach a atteint 31 000 francs. A Heidelberg, le four Klingenstierna, avec l'appareil d'abaissement du cercueil, a coûté 12000 francs environ; la dépense totale pour le monument (le terrain étant cédé gratuitement par la commune) s'est élevée à 46 000 francs.

JURISPRUDENCE

OBSERVATIONS PRATIQUES A PROPOS DE LA LOI sur la saisie-arrêt des salaires et petits traitements.

(Suite et fin[1].)

La loi s'occupe ensuite d'établir une procédure simplifiée pour les saisies-arrêts faites sur les salaires et petits traitements, et pour la distribution entre les créanciers, du montant des retenues opérées en vertu de ces oppositions. Les innovations de la loi sur ce point peuvent se résumer en ceci : une seule saisie-arrêt sur chaque ouvrier ou employé, sans dénonciation ni contre-dénonciation ; compétence du juge de paix pour statuer sur la saisie-arrêt et pour distribuer le montant des retenues entre les divers créanciers.

Le législateur voulant, pour éviter les frais, qu'on ne pût faire, sur

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 23, p. 367.



les salaires de l'ouvrier, qu'une seule opposition qui conserverait les droits de tous les créanciers, a décidé, pour arriver à ce but, qu'on ne pourrait former de saisie-arrêt sur les salaires d'ouvriers ou les traitements ne dépassant pas 2000 francs que sur une autorisation du juge de paix du domicile de l'ouvrier ou de l'employé ou sur le visa du greffier de la justice de paix. De la sorte, on peut être sûr qu'une seule saisie-arrêt pourra être faite; l'autorisation ou le visa, en effet, devra être refusé au créancier qui le demanderait si déjà une première saisie-arrêt avait été faite.

Le créancier qui voudra faire une opposition sur les salaires d'un ouvrier devra donc se présenter à la justice de paix du domicile de son débiteur.

S'il est muni d'un titre, jugement, billets, reconnaissance de dettes, etc., il fera viser son titre par le greffier du juge de paix. S'il n'a pas de titre, il demandera l'autorisation du juge de paix qui, avant de la donner, pourra faire citer les parties devant lui en conciliation sur simple avertissement.

L'opposition sera faite ensuite par acte d'huissier et devra contenir en tête copie du titre avec le visa ou copie de l'autorisation du juge de paix selon les cas.

Une opposition qui serait faite sur des salaires d'ouvrier ou de domestique ou sur des traitements de 2000 francs ou au-dessous et qui ne contiendrait ni autorisation du juge de paix, ni copie du visa par le greffier du titre, serait donc radicalement nulle, et nous estimons que le patron qui recevrait une pareille opposition n'engagerait pas sa responsabilité en n'en tenant pas compte et en payant la totalité des salaires et sans retenue.

Aux termes de l'article 6, l'opposition doit être signifiée au patron dans le lieu où travaille le salarié. Nous croyons cependant qu'il n'y a pas là une nullité radicale et que le patron qui recevrait une opposition signifiée à son domicile personnel, différent du lieu où travaille le salarié, ne doit pas se faire juge de l'irrecevabilité de cette opposition, mais, pour dégager sa responsabilité, il devra retenir le dixième saisissable jusqu'à ce que le salarié ait fait juger, par le juge de paix compétent, sur la question de validité ou de nullité de l'opposition. Et cela nous paraît d'autant plus exact que, souvent, il sera impossible de se conformer à la lettre de l'article 6, le patron pouvant n'avoir pas de représentant dans le lieu où travaille l'ouvrier : si, par exemple, celui-ci est un contremaître qui dirige un chantier à quelque distance de l'établissement principal, ou un jardinier à la campagne.

S'il a déjà été fait une saisie, le greffier refusera son visa ou le juge de paix son autorisation. Une seconde, une troisième saisie-arrêt, en effet, seraient inutiles et inutilement coûteuses, puisque le seul dixième saisissable des salaires est retenu en vertu de la première opposition et conservé par le patron en vue d'une répartition future entre les divers créanciers.

Les créanciers qui surviendraient donc après la saisie-arrêt devront remettre leur réclamation par écrit, avec toutes les pièces nécessaires ou utiles pour la justifier, au greffier, qui en fera mention sur un registre spécial et qui en avisera, dans les quarante-huit heures, le débiteur saisi et le tiers saisi, c'est-à-dire l'ouvrier et le patron, par une simple lettre recommandée qui vaudra opposition.

Le patron devra donc tenir le même compte de cet avertissement du greffier que d'une opposition, et la main-levée donnée par le créancier, ayant formé saisie-arrêt par acte d'huissier, ne permettrait pas au patron de se dessaisir des retenues opérées par lui sans le concours et le consentement de tous les créanciers dont le greffier aurait ainsi transmis, par lettre recommandée, la réclamation.

Le patron qui aurait lui-même, contre son ouvrier ou employé, une créance de fournitures pour laquelle il ne pourrait invoquer aucune compensation, ainsi que nous l'avons expliqué plus haut, devrait suivre la même marche : se faire autoriser à former saisie-arrêt entre ses propres mains sur la portion saisissable ou, s'il avait déjà reçu une saisie-arrêt sur son ouvrier, déposer au greffe sa réclamation avec pièces à l'appui et la faire mentionner au registre spécial pour valoir opposition.

Aux termes de l'article 9, le juge de paix pourra toujours, sur la réquisition des intéressés, et dans les quarante-huit heures de cette réquisition, convoquer à une audience qu'il fixera l'ouvrier saisi, le patron tiers-saisi et les créanciers opposants. A cette audience, le juge de paix statuera sans appel jusqu'à concurrence de sa compétence (c'est-à-dire, selon l'interprétation généralement adoptée, jusqu'à 200 francs), à charge d'appel, à quelque valeur que la demande puisse s'élever, sur la validité, la nullité ou la main-levée de la saisie, ainsi que sur la déclaration affirmative que le patron sera tenu de faire audience tenante.

Le patron devra donc se rendre à l'audience du juge de paix pour laquelle il aura été convoqué, ou s'y faire représenter par un fondé de pouvoir spécial. Il devra, de plus, être en mesure de déclarer à quelle somme s'élèvent les retenues opérées par lui sur les salaires de l'ouvrier saisi, par suite des oppositions.

Nous recommandons à ce sujet aux patrons de tenir et de conserver avec soin une comptabilité spéciale et détaillée, avec les éléments à l'appui, tels que feuilles de journée des ouvriers, qui peuvent leur être utiles en cas de contestation pour prouver la sincérité et l'exactitude de leur déclaration affirmative.

Enfin, toutes les questions de validité ou de nullité de saisies tranchées, toutes les créances établies par la reconnaissance du débiteur ou par des condamnations ou autres titres authentiques, le juge de paix, en conformité de l'article 11, procédera à la répartition entre les créanciers du montant des retenues, au prorata de leurs créances, après paiement préalable des créances privilégiées s'il y a lieu. Bien entendu, le juge de paix n'est chargé de procéder à cette répartition que faute par les parties de s'entendre amiablement pour y procéder d'elles-mêmes.

Le juge de paix aura le droit cependant, pour éviter de faire des frais qui pourraient, quelque réduits qu'ils soient, absorber une partie des fonds, de ne procéder à cette répartition que lorsque les retenues s'élèveront à un chiffre suffisant pour que, déduction faite des frais et des créances privilégiées, chaque créancier puisse recevoir au moins 20 % de sa créance.

Le greffier transmettra à l'ouvrier saisi, au patron tiers-saisi et à chacun des créanciers colloqués par lettre recommandée, une copie de l'état de répartition et, dès lors, les créanciers deviendront, en vertu dudit état de répartition, créanciers directs du patron pour le montant de leur collocation.

Disons, pour nous résumer, que les obligations imposées par la loi nouvelle aux patrons qui recevront une opposition sur les salaires d'un ouvrier ou sur les appointements d'un employé ne gagnant pas annuellement deux mille francs sont les suivantes :

1° Retenir à chaque paiement le dixième des salaires ou des appointements dus, sauf le cas où la saisie arrêt serait pratiquée en vertu d'une créance alimentaire ; le patron devrait alors retenir la totalité des salaires ou appointements jusqu'à ce qu'il en ait été ordonné autrement par justice;

2° Opérer cette retenue du dixième jusqu'à ce qu'il ait reçu main-levée de la saisie-arrêt signifiée et de toutes les oppositions formées par déclarations au greffe de la justice de paix;

3° Comparaître personnellement ou par mandataire à l'audience ou aux audiences indiquées par le juge de paix pour faire sa déclaration du montant des sommes retenues et, en cas de contestation, justifier son dire et voir statuer à ce sujet;

4° Payer aux créanciers colloqués le montant de leur collocation et aux ayants droit le montant des frais.

Et pour terminer, souhaitons que cette loi, faite dans l'intérêt et en faveur des ouvriers et des petits employés, en vue d'améliorer leur existence et d'assurer leur bien-être, n'ait pas, au contraire, pour effet de rendre leur condition pire.

Si elle a, en effet, pour but et résultat d'assurer à l'ouvrier un minimum de salaire nécessaire à son existence, quelque chargé de dettes qu'il puisse se trouver, elle aura aussi, et par le fait même, cet autre résultat de porter une grave atteinte au crédit de l'ouvrier.

Comment l'ouvrier pourra-t-il se faire consentir des avances en espèces ou en nature lorsque le prêteur ou les fournisseurs sauront qu'ils n'ont de recours pour le remboursement de leurs avances que sur un dixième des salaires à répartir au marc le franc entre les divers créanciers, quelque important que soit le montant de toutes les créances réunies ?

Et cependant, n'est-il pas nombre de cas où l'ouvrier, même le meilleur, le plus travailleur et le plus digne d'intérêt, peut se trouver dans la nécessité d'avoir recours au crédit? La maladie, de lui-même ou des siens, le chômage, une grève, peuvent mettre l'ouvrier dans la nécessité de prendre à crédit chez le pharmacien, chez le boulanger et le boucher, etc. Comment supposer que ces fournisseurs pourront consentir à faire des avances d'une certaine importance, étant donnée l'extrême lenteur avec laquelle ils pourront, en raison des dispositions de la loi du 12 janvier 1895, se récupérer, et par conséquent, l'augmentation considérable de risque d'une part et de perte d'intérêt d'autre part.

La loi faite pour protéger l'ouvrier ne l'opprimera-t-elle pas en bien des cas?

D'autre part, on a vu que la loi a augmenté les formalités et obligations à la charge du patron tiers-saisi. Déjà depuis longtemps, nombre de grandes administrations et même de particuliers, pour s'éviter les ennuis résultant pour le patron des oppositions mises sur les salaires du personnel, avaient pris la détermination de congédier les ouvriers ou employés dont les salaires étaient saisis. N'est-il pas à craindre qu'en raison des dérangements et des responsabilités plus considérables imposés aux patrons, par la nouvelle loi, une telle pratique ne se généralise? Et par là encore, en dépit de ses intentions bienveillantes, la loi n'arrivera-t-elle pas en réalité à augmenter encore les difficultés de vie déjà si grandes pour les ouvriers et les petits employés?

Ce sont les deux problèmes dont l'avenir nous donnera la solution.

Max Delastre,
Avocat à la Cour d'Appel de Paris.



CORRESPONDANCE

Nouveau système de contacts aériens pour tramways électriques.

A Monsieur le Secrétaire de la Rédaction du *Génie Civil.*

Le nouveau système de contacts aériens pour tramways électriques, décrit dans le numéro du 6 mars dernier du *Génie Civil*, est identique à celui pour lequel un brevet d'invention a été pris le 14 avril 1893 sous le nom de M. Joubert. Il est facile de s'assurer de cette identité en lisant l'extrait ci-après de la demande de brevet :

M. Joubert fait le 14 avril 1893 une demande de brevet de quinze années *pour un mode de transmission de courant aux véhicules ou à la locomotion électrique des chemins de fer et tramways électriques.*

But du brevet. — 1° Sans établir aucun lien mécanique entre le véhicule et le conducteur fixe installé le long de la voie;

2° Sans modifier, en quoi que ce soit, les voies existantes dont les rails ne jouent aucun rôle comme conducteurs du courant;

3° En employant indifféremment des conducteurs aériens ou souterrains sans gêner l'accès de la voie ou la circulation des piétons ou des voitures;

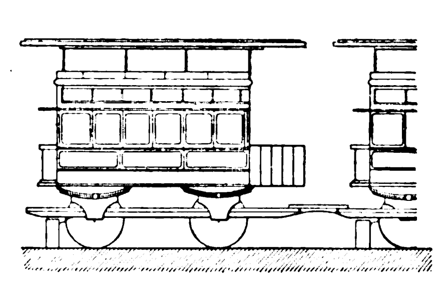


Fig. 1. — Ensemble de deux véhicules reliés électriquement de façon à n'offrir aucune solution de continuité au contact des balais.

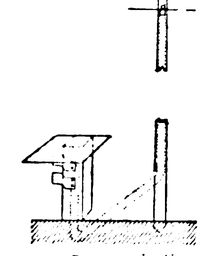


Fig. 2. — Communication d'une ligne aérienne avec des poteaux de faible longueur.

4° Sans que rien, en un mot, révèle que les véhicules sont mus pa l'électricité;

Description (fig. 1 à 6). — Tout le long de la voie, et à des distances égales au plus à la longueur des plus petits véhicules appelés à y circuler, sont des poteaux dont les *hauteurs varient depuis celle des marchepieds des voitures jusqu'à celle du toit, suivant les dispositions qu'on croira devoir adopter.*

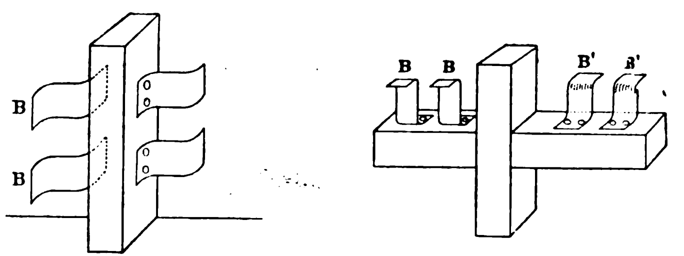


Fig. 3 et 4. — Croquis schématiques d'une paire de balais placés dans l'entre-voie.

Ces poteaux sont munis (fig. 3 et 4) de balais BB au nombre de deux ou quatre, suivant que l'on a une voie simple ou double.

D'autre part, ces véhicules portent des bandes de métal isolées CC, dont les extrémités sont taillées en pente douce pour éviter les chocs.

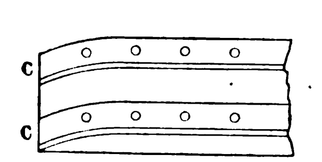


Fig. 5. — Extrémité des bandes métalliques.

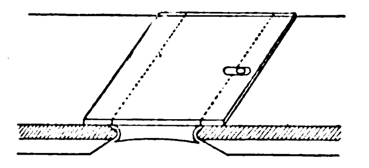


Fig. 6. — Pont établissant la continuité électrique entre deux voitures consécutives.

M. Joubert revendique *l'invention de balais fixes espacés le long de la voie* servant à distribuer un courant électrique destiné à produire dans le train un effet utile quelconque : traction, éclairage, signaux télégraphiques.

Les balais représentés dans le dessin annexé sont, il est vrai, supposés portés par des poteaux d'une faible hauteur, de façon à entrer en contact avec une bande métallique située en dessous des marchepieds, mais le texte du brevet dit expressément que la hauteur des poteaux varie depuis celle des marchepieds jusqu'à celle du toit, suivant la disposition qu'on croira devoir adopter.

Ce brevet passa complètement inaperçu et ne reçut pas d'application ou, du moins, pas sous la forme simple décrite ici.

Je dois dire, d'ailleurs, que M. Joubert exerçait une profession n'ayant aucun rapport avec celle d'ingénieur ou d'électricien ; j'ajouterai même que, dans cette circonstance, il n'a fait que prêter son nom au véritable inventeur qui, pour des motifs d'une nature toute particulière et aussi dans le but de soumettre à une épreuve intéressante la sagacité des personnes auxquelles ce système serait proposé, désira garder rigoureusement l'anonyme. Le résultat fut que personne ne prêta la moindre attention aux propositions de M. Joubert, qui ne rencontra qu'indifférence là où l'inventeur aurait peut-être trouvé des marques d'hostilité.

Maintenant que ce système est placé sous le patronage d'un Ingénieur attaché à une importante maison de construction, il faut espérer qu'il sera au moins soumis à un essai et que, peut-être, il nous débarrassera de la solution primitive, à laquelle on a donné le nom de *trolley*.

J'ai à peine besoin de dire que le brevet qui porte le nom de M. Joubert n'a été pris que comme brevet de principe et que l'intention de l'inventeur était de lui appliquer certains perfectionnements qui viendront à l'esprit de tous les hommes techniques en lisant la description précédente, tels que de cacher les balais dans une boite dont ils ne sortent que lorsque le véhicule est à proximité (ce mouvement étant, bien entendu, automatique et provoqué par le passage du véhicule lui-même) et de diviser la voie en sections qui reçoivent le courant seulement lorsque le véhicule les traverse.

Veuillez agréer, etc.

Marcel Deprez,
Membre de l'Institut.

INFORMATIONS

Recherches sur la lumière à incandescence dans les becs du système Auer.

D'après le Dr F. Westphall, ce ne serait pas le *mélange* de terres rares qui déterminerait le grand pouvoir émissif des corps incandescents thoro-cériens employés dans les becs Auer, mais simplement la présence et l'extrême division des petites quantités d'oxyde de cerium qui s'y trouvent mélangées et qui augmentent considérablement le pouvoir éclairant de l'oxyde de thorium porté à une haute température.

D'autre part, en observant l'échauffement d'un récipient contenant exactement un litre d'eau et placé au-dessus d'un bec de gaz, M. Westphall a pu s'assurer expérimentalement qu'une partie de la chaleur fournie par le brûleur se transforme directement en lumière. Voici, en effet, les chiffres qui ont été obtenus et que nous empruntons au *Journal für Gasbeleuchtung*; ces résultats correspondent à l'échauffement d'un litre d'eau pendant dix minutes, toutes conditions étant égales d'ailleurs, à pression et consommation de gaz égales :

Sans corps à incandescence, flamme du bec Bunsen	21°,9 C
Avec un corps incandescent de thorium pur.	19°,7 C
— — — contenant 1 °/. de cerium	16°,2 C

Adoption du naphte pour le chauffage des torpilleurs russes.

A la suite des résultats obtenus dans une installation d'essai de chauffe au naphte sur l'un des torpilleurs de la marine russe, le Gouvernement russe vient de décider la transformation du système de chauffe actuellement employé sur tous les torpilleurs de première classe possédant des chaudières-locomotives; au contraire, les torpilleurs munis de chaudières à tubes d'eau ne seront pas modifiés jusqu'à nouvel ordre.

D'après la *Revue maritime*, à laquelle nous empruntons ces renseignements, tous les torpilleurs installés pour la chauffe au naphte devront, en cas de besoin, pouvoir être chauffés au charbon. Les soutes à charbon seront divisées en compartiments pouvant contenir chacun 3,3 tonneaux de mazout; elles seront munies de robinets spéciaux pour l'évacuation des eaux de cale. Enfin, pour observer l'intensité des feux dans les foyers, on emploiera des verres et des prismes colorés.

Varia.

Société internationale des Électriciens. — La Société internationale des Électriciens a tenu son Assemblée générale annuelle le 7 avril et a renouvelé son bureau de la façon suivante :

Président : M. R.-V. Picou; — Vice-Présidents : MM. Hillairet, Pollard; — Secrétaires : MM. Aliamet, Loppé, Brunswick; — Secrétaire général : M. Gosselin.

***

Commission pour l'unification des méthodes d'analyse. — Par décret en date du 10 avril 1897, sont nommés membres de la Commission instituée au ministère des Finances à l'effet d'unifier, dans les laboratoires de l'administration des finances, les méthodes d'analyse applicables aux produits à base d'alcool et aux sucres et d'étudier les diverses questions qui se rattachent à la dénaturation de l'alcool :

MM. Gautier (Armand), membre de l'Institut; — Pellat, professeur à la Faculté des sciences; — Riche, directeur des essais à l'Administration des Monnaies et Médailles; — De Luynes, directeur du Service scientifique des douanes; — Bardy, directeur du Laboratoire central de l'Administration des contributions indirectes; — Arnaune, directeur du Contrôle des administrations financières.

***

Concours. — Afin de préserver les ouvriers de la campagne des accidents dont ils sont souvent victimes en se servant des machines dans les exploitations agricoles, le Président du Conseil, ministre de l'Agriculture, vient de décider l'organisation de concours spéciaux pour la recherche d'appareils destinés à prévenir les accidents dont les ouvriers de la campagne sont souvent victimes en se servant des machines dans les exploitations agricoles.

Le premier de ces concours aura lieu en 1898, à Paris, à l'occasion du concours général agricole, et portera exclusivement sur les appareils, dispositifs et procédés s'appliquant aux machines à battre.

Les prix consisteront en médailles d'or et en médailles d'argent grand module.

Le programme du concours est à la disposition des intéressés, au Ministère de l'Agriculture, direction de l'agriculture, 3e bureau.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 2 avril 1897.

Présidence de M. Ed. Lippmann, Président.

M. M. Otto fait une communication sur *la Production et les applications industrielles de l'ozone.*

Après un rapide historique de la découverte de l'ozone et des principaux appareils employés jusqu'ici pour sa production, M. Otto décrit des ozonateurs de son système dans lesquels le rendement en ozone peut être, d'après lui, porté à 15 °/₀ du rendement théorique. Les expériences auxquelles il s'est livré lui ont, en outre, fait découvrir la loi suivante :

Le rendement en ozone est proportionnel, toutes choses égales d'ailleurs, au nombre de périodes du courant employé pour actionner l'ozonateur.

M. Otto passe ensuite en revue les principales applications de l'ozone et examine, notamment, les procédés employés pour le blanchiment des tissus, de la cire, des jus sucrés, etc. Il décrit, en terminant, une nouvelle série d'expériences qu'il vient d'exécuter pour étudier l'action de l'ozone sur un certain nombre de corps de la chimie organique, en particulier sur le méthane, l'éthylène, l'acétylène, les alcools, les phénols, etc.

M. L. de Chasseloup-Laubat fait ensuite une communication sur les *Chaudières marines.*

L'auteur commence par un court historique de la question des chaudières aquitubulaires, puis passe en revue les principaux systèmes actuellement en usage. Il aborde alors la théorie de la circulation hydrothermique, c'est-à-dire des effets produits sur le liquide contenu dans un récipient, par la transmission, pendant l'unité de temps, de nombres différents de calories à des masses égales situées dans des endroits différents du récipient. Il définit la circulation *naturelle* comme celle qui se produit par le seul effet de la chaleur dans les conditions énoncées ci-dessus. Par contre, il nomme circulation *artificielle* celle qui se produit à l'aide de moyens mécaniques quelconques. Il distingue deux sortes de cycles de circulation : les cycles réversibles, dans lesquels le mouvement d'entraînement général peut s'établir dans un sens ou dans l'autre, suivant le mode d'application de la chaleur; les cycles non réversibles, dans lesquels le mouvement d'entraînement général se produit forcément dans un sens déterminé ou ne se produit pas du tout.

La théorie de la circulation comporte deux bases distinctes : l'étude statique de la répartition des pressions lorsque toute la masse liquide est en repos ou lorsqu'elle est animée d'un mouvement uniforme, c'est-à-dire qu'elle contient une quantité de mouvements constante à un moment quelconque considéré ; l'étude dynamique à laquelle on est forcément conduit lorsque, dans le liquide considéré, à deux instants quelconques, la quantité de mouvement n'est pas une constante, soit que l'on considère cette quantité de mouvement pour l'ensemble du cycle, soit qu'on la considère seulement pour une partie quelconque de ce cycle.

D'ailleurs, les notions du temps, d'espace, de force et de masse conduisent nécessairement au théorème du travail et des forces vives.

Tr. élém. $F = m\gamma dl$, or $\gamma = \frac{dv}{dt}$ par définition.

Pendant l'intervalle considéré, on peut admettre $dl = v \cdot dt$.

D'où : Tr. élém. $F = mvdv$,

ce qui est l'expression du théorème du travail et des forces vives.

M. de Chasseloup-Laubat montre ensuite que, pour avoir la somme de travail disponible, nécessaire à l'entraînement d'une masse liquide quelconque à l'aide du mouvement dans cette masse liquide d'une autre masse de poids spécifique moyen inférieur, depuis un point quelconque jusqu'à sa position d'équilibre statique, il suffit de calculer le travail effectué par l'immersion de cette masse depuis sa position d'équilibre statique jusqu'au point considéré : en effet, ce travail disponible provient uniquement de la transformation de l'énergie potentielle, laquelle est uniquement due à la position initiale du système considéré, et cela en faisant abstraction des moyens employés pour établir le système dans la position initiale.

M. de Chasseloup-Laubat applique ces idées et cette méthode à l'étude des cycles non réversibles qui, en pratique, fonctionnent toujours par pulsations. Puis il passe aux cycles réversibles qui marchent toujours par entraînement continu, sauf lorsqu'ils approchent de la limite dangereuse; alors, le mouvement devient intermittent et il y a tendance au renversement.

En tous cas, pour les cycles réversibles, il est bon de ne point dépasser le nombre de calories correspondant à la vaporisation totale du maximum de débit, lequel, en faisant abstraction des frottements, se produit avec l'occlusion complète des tubes par les bulles en supposant le volume total des bulles sensiblement égal au volume de l'eau.

Ce raisonnement fournit un argument inattendu en faveur de l'emploi des très hautes pressions pour les chaudières.

M. de Chasseloup-Laubat explique ensuite les expériences qu'il a faites, ou qu'il a vu faire. Il montre, pour les cycles non réversibles et pour les cycles réversibles, l'existence de ce qu'il nomme les fonctions φ_1 et φ_2, qui indiquent que, si le travail disponible pour produire la circulation est constant avec un volume déterminé de bulles de vapeur, le travail effectif employé à produire cette circulation varie énormément : il est égal au premier multiplié par un coefficient variant de 0 à 1.

M. de Chasseloup-Laubat termine par l'énoncé des conditions que doivent remplir les chaudières à cycle non réversible et à cycle réversible pour avoir une bonne circulation, et il montre que la chaudière théoriquement parfaite n'existe point encore.

E. B.

Académie des Sciences.

Séance du 5 avril 1897.

Physiologie. — *Note sur les accidents que peuvent produire les calorifères de cave,* par M. Gréhant.

M. N. Gréhant donne lecture d'une note sur les accidents que peuvent produire les calorifères à air chaud et dans lesquels l'air circule à l'intérieur de tuyaux chauffés par des foyers puissants. Il a constaté que, dans certains cas encore mal définis, l'oxyde de carbone peut se trouver en notable proportion dans l'air ainsi échauffé. Comme ces expériences demandent à être faites sur des échantillons d'air puisés le plus rapidement possible dans les appartements où de semblables accidents peuvent arriver, M. Gréhant demande à être prévenu par téléphone ou par télégramme chaque fois qu'un accident se produira.

Physique. — 1° *Sur la polarisation partielle des radiations émises par quelques sources lumineuses, sous l'influence du champ magnétique.* Note de MM. N. Egoroff et N. Géorgiewski, présentée par M. A. Cornu.

2° *Recherches sur les aciers au nickel. Propriétés métrologiques.* Note de M. Ch.-Ed. Guillaume, présentée par M. A. Cornu.

La dilatation presque nulle de quelques aciers au nickel, constitue une anomalie remarquable et qu'aucun autre alliage n'avait montrée jusqu'ici. Son importance, au point de vue spécial de la construction des intruments de toutes sortes a engagé M. Guillaume à poursuivre l'étude de ces alliages en commençant par celles de leurs propriétés qui présentent le plus d'intérêt dans la métrologie.

M. Guillaume a procédé à ses expériences sur des échantillons d'acier au nickel qui lui ont été fournis par les aciéries d'Imphy.

Ces aciers possèdent une homogénéité plus grande que celle de la plupart des métaux usuels. Lorsqu'on descend franchement au-dessous de la couche superficielle, toujours un peu craquelée, des barres brutes, on arrive à un métal parfaitement sain, prenant un beau poli, sans aucune piqûre visible avec un grossissement de 80 diamètres. Les traits de quelques microns de largeur, pratiqués sur ces surfaces, sont d'une parfaite régularité.

La résistance à l'attaque de l'eau augmente avec la teneur en nickel. Déjà les alliages les moins dilatables, qui contiennent environ 36 °/₀ de nickel, sont suffisamment inattaquables pour qu'une règle divisée puisse être abandonnée pendant des mois, dans une atmosphère saturée d'humidité, sans prendre de taches de rouille.

Les surfaces, en revanche, se couvrent en quelque jours, dans la vapeur, d'une couche de rouille continue mais peu adhérente.

Le module d'élasticité varie de 22 tonnes à 15 tonnes par millimètre carré pour des alliages variant de 0 à 40 °/₀, tandis que la densité pour ces mêmes alliages varie de 7,8 à 8,12.

M. Guillaume a constaté d'abord que des recuits à 100° produisent une contraction des alliages d'une teneur inférieure à 25 °/₀ de nickel, alors que les alliages supérieurs s'allongent sous la même action. Les allongements suivent d'abord une loi exponentielle avec le temps, puis diminuent ensuite plus rapidement. A partir de 30 °/₀, la valeur de l'exposant diminue rapidement à mesure qu'on élève la teneur en nickel.

La longueur définitive que prend la barre dépend de la température du recuit; elle est atteinte d'autant plus rapidement, mais l'allongement total est d'autant *moindre* que la température est plus élevée.

Il en résulte ce fait curieux qu'une règle, recuite à fond à une température déterminée, continue à s'allonger lorsqu'on la maintient à une température plus basse.

Pour les alliages à 36 °/₀ de nickel, le recuit semble complet en vingt heures à 150°, en cent heures à 100°, en trois cents heures à 60°, en sept cents heures à 40° ; à la température ordinaire, les allongements ont pu être suivis pendant deux mois, après quoi ils sont devenus insensibles. Le carbone ne semble pas avoir une influence bien considérable sur les variations produites par le recuit.

Ces mouvements, d'ailleurs de peu d'amplitude, présentent une grande analogie (au signe près) avec ceux du zéro des thermomètres. L'abaissement temporaire a été observé aussi sur des barres recuites à une certaine température et chauffées pendant quelques heures à une température plus élevée.

3° *Nature des diverses espèces de radiations produites par les corps sous l'influence de la lumière.* Note de M. G. Le Bon, présentée par M. d'Arsonval.

M. G. Le Bon a entrepris de nouvelles expériences pour lever les objections faites à ses précédentes expériences sur la lumière noire. D'après lui, toutes les fois que les corps sont frappés par la lumière, ils engendrent une forme particulière d'énergie : il s'ensuit que ce mode d'énergie si peu connu encore se trouve être un des plus répandus dans la nature.

Électricité. — *Oscillographe à induction.* Note de M. H. Abraham, présentée par M. Violle.

M. Abraham expose une nouvelle solution du problème consistant à assurer, dans un galvanomètre, la proportionnalité entre la déviation de ce galvanomètre et le courant que l'on veut enregistrer.

Chimie minérale. — 1° *Préparation du carbure de fer par union directe du métal et du carbone,* par M. H. Moissan.

M. H. Moissan présente à l'Académie les résultats de ses nouvelles recherches sur l'union directe du carbone et du fer à haute température.

Lorsque l'on chauffe du fer pur et du charbon de sucre à la haute température du four électrique, puis qu'on laisse refroidir lentement le culot, on ne trouve, dans le métal, qu'une très petite quantité de carbone combiné. On obtient ainsi une fonte grise solidifiable vers 1150°. Si le métal, à une température de 1300° à 1400°, est coulé dans une lingotière, il renferme, après refroidissement, du graphite et une quantité plus grande de carbone combiné : c'est la fonte blanche. Enfin, si l'on refroidit brusquement, dans l'eau, le fer saturé de carbone à 3.000°, il se produit, dans le métal, une abondante cristallisation, et l'on peut en séparer un carbure pur, cristallisé et défini, de formule CFe^3. Ce carbure est identique à celui de l'acier.

Tous ces faits peuvent s'expliquer simplement, en admettant que le carbure de fer, comme l'ozone et l'oxyde d'argent, peut se former à une température très élevée, puis se décomposer progressivement par une diminution de température. On en retrouve une notable quantité dans l'acier dont le point de fusion est élevé un peu moins dans la fonte blanche et très peu dans la fonte grise. Dans toutes ses expériences M. Moissan n'a envisagé que la formation du carbure dans le métal liquide.

2° *Sur un nouvel oxyde de phosphore, l'oxyde phosphoreux* P^4O. Note de M. A. Besson, présentée par M. Troost.

3° *De l'action d'une haute température sur les sulfures de cuivre, bismuth, argent, étain, nickel, cobalt.* Note de M. Mourlot, présentée par M. Moissan.

M. Mourlot présente le résultat de ses recherches

sur les sulfures de cuivre, bismuth, étain, nickel et cobalt, entreprises au moyen du four électrique.

On peut désulfurer complètement les sulfures de bismuth, de cuivre; la désulfuration du cuivre toutefois notablement plus difficile à obtenir que celle du bismuth. Le sulfure d'argent, soumis aux plus hautes températures, donne un produit volatil renfermant encore des traces de soufre. Le cobalt et le nickel donnent naissance à des sulfures relativement stables Co S et Ni^3S, lesquels produisent des fontes renfermant encore des traces de soufre, malgré la haute température à laquelle ils ont été portés. Le sulfure d'étain subit une volatilisation partielle et fournit un culot à texture cristalline de protosulfure.

Chimie organique. — *Préparation du carbure de sodium et de l'acétylène monosodé.* Note de M. Camille Matignon.

Chimie industrielle. — 1° *Sur quelques propriétés du ferment de la casse des vins.* Note de M. P. Cazeneuve, présentée par M. Friedel.

2° *Sur un nouveau mode d'obtention du parfum des fleurs.* Note de M. Jacques Passy.

M. J. Passy propose de remplacer l'un des procédés actuellement employés pour l'obtention du parfum des fleurs et connu sous le nom d'*enfleurage*, par le procédé suivant qui permet de respecter la vie de la fleur tout en en recueillant le parfum au fur et à mesure de sa production. Ce procédé consiste à immerger complètement les fleurs dans l'eau; à mesure que cette dernière se charge de parfum on la renouvelle. Cette méthode permet, en outre, de prolonger la vie de la fleur en remplaçant l'eau pure par une solution saline de même pouvoir osmotique que les liquides aqueux imprégnant les tissus de la plante. Il suffit ensuite d'épuiser l'eau par l'éther pour isoler le parfum.

Ce procédé a été essayé avec succès sur un certain nombre de fleurs, dont le parfum n'avait pas été obtenu jusqu'à présent, et notamment sur le muguet.

Don. — M. Berthelot communique une lettre qu'il a reçue de M. Wilde, président de la *Manchester Literary and Philosophical Society*, par laquelle ce dernier l'informe : qu' « en reconnaissance des nombreux profits qu'il a retirés de la Science française, tant pure qu'appliquée, il a l'honneur d'offrir à l'Académie la somme de £ 5.500 = 137.500 francs pour être placée en rente française, l'intérêt provenant de cette somme devant être appliqué à la fondation d'un prix de *quatre mille francs*, à décerner tous les ans à l'auteur d'une découverte ou d'un ouvrage quelconque en astronomie, physique, chimie, minéralogie, géologie et mécanique qui, au jugement de l'Académie, sera considéré comme le plus méritant. »

L'attribution de ce prix sera internationale et pourra être rétrospective.

Élection. — M. Radau, est élu membre titulaire de la section d'astronomie en remplacement de M. Tisserand.

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Peinture des wagons. — On est assez généralement porté à considérer la peinture des wagons comme une des opérations accessoires de l'entretien du matériel des chemins de fer. Dans une étude très complète publiée dans la *Revue générale des chemins de fer*, de décembre 1896 et janvier 1897, M. E. Biard, Ingénieur principal du matériel roulant de la Compagnie de l'Est, montre que cette question est, au contraire, très importante. M. Biard s'occupe spécialement, dans cette étude, de la « peinture du matériel de grande vitesse à panneaux en tôle » et indique la façon dont cette peinture est faite et entretenue à la Compagnie de l'Est. Il donne des détails très circonstanciés sur la composition et l'application de cette peinture et montre le grand développement qu'ont atteint les ateliers de peinture de la Villette et de Romilly. On s'est appliqué depuis longtemps à simplifier, autant que possible, les anciens procédés de peinture et, depuis deux ans, on a entrepris une série d'essais méthodiques de produits nouveaux, *peintures vernissées* ou autres, dont l'emploi rationnel pourra probablement être généralisé. Le but cherché est de réduire au minimum la durée et la fréquence des opérations de peinture afin de diminuer le pourcentage des véhicules immobilisés par ces opérations.

Wagons-plates-formes de 20 et 40 tonnes. — L'*Engineering News*, du 4 mars, donne la description et des dessins détaillés de wagons-plates-formes nouvellement construits à Chicago et pouvant porter des charges de 20 et 40 tonnes.

Les wagons de 40 tonnes, par exemple, sont portés par quatre paires de roues; leur longueur est de 11 mètres environ. Les dessins donnent tous les détails d'assemblage et les dimensions principales des pièces, la disposition des freins, etc.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Essences et parfums. — M. A. Haller publie, dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, de janvier et mars 1897, une importante « revue des progrès réalisés dans l'industrie des essences et parfums ». L'auteur fait d'abord remarquer qu'aucun pays d'Europe ne se trouve mieux situé que la France pour donner à cette industrie une grande extension. Grâce à son climat et à celui de ses possessions d'Afrique, elle pourrait cultiver d'immenses quantités de plantes aromatiques. De fait, la France est encore à la tête de la fabrication des produits de parfumerie, mais elle a fortement à craindre la concurrence de l'Allemagne dont les chimistes donnent, peu à peu, à cette industrie une précision scientifique. La plupart des usines allemandes emploient, en effet, des chimistes qui sont de vrais savants, rompus à toutes les méthodes de recherches et dont le rôle consiste à isoler les principes qui donnent de la valeur à un parfum, à en déterminer la constitution et à en tenter la synthèse.

Dans la première partie de sa revue, M. Haller étudie les perfectionnements apportés dans l'extraction des essences, les travaux qui ont été faits sur les huiles nouvelles et sur celles déjà connues, ainsi que les procédés de dosage qui ont été préconisés. Dans la seconde, il étudie les principes définis employés comme parfums, qu'ils soient extraits des plantes ou obtenus synthétiquement. Cette seconde partie comprend l'étude :

1° Des méthodes employées pour extraire les principes définis auxquels les parfums produits par la nature doivent leurs propriétés;

2° Des recherches faites en vue de reconstituer synthétiquement ces principes;

3° De toute substance, quelle que soit son origine, qui est susceptible de recevoir une application dans l'art de la parfumerie.

La revue de M Haller montre combien les recherches d'ordre purement scientifique sont nécessaires pour surprendre les multiples secrets de la nature. Dans les parfums à composition bien déterminée, comme dans les matières colorantes et tout autre produit organique, il faut, par une série de recherches systématiques, conduites avec méthode, fixer non seulement la composition et la fonction de la molécule, mais encore la place qu'y occupe chaque atome qui concourt à son édifice.

ÉLECTRICITÉ

Tramways électriques. — Le *Street Railway Journal*, de mars 1897, donne des renseignements très complets sur deux importantes installations électriques, l'une pour les tramways de Syracuse (État de New-York), l'autre pour ceux de Chicago.

Cette dernière, en particulier, qui est d'une importance considérable puisque sa force motrice est fournie par 12 machines à vapeur de 2 000 chevaux chacune, comporte des détails très intéressants.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Boîtes à fumée des locomotives brûlant le bois ou la tourbe. — L'*Engineering News*, du 4 mars 1897, donne les principaux détails de construction des cheminées et des boîtes à fumée dans les locomotives employant comme combustible le bois ou la tourbe. Il indique notamment les types employés sur les lignes de l'Union Pacific Railway et du Southern Pacific Railway.

Consommation des Machines à vapeur. — M. Rateau, Ingénieur au corps des Mines, donne, dans les *Annales des Mines*, de février 1897, un abaque pour calculer rapidement le rendement d'une machine à vapeur. Non seulement cet abaque fournit immédiatement les consommations théoriques de vapeur, mais son tracé a permis à l'auteur de découvrir une nouvelle loi fort remarquable à laquelle satisfait la vapeur d'eau et de laquelle résulte une formule simple donnant, avec beaucoup d'exactitude, la consommation théorique en fonction des pressions initiale et finale de la vapeur.

DIVERS

Les transports en commun à Paris. — M. Ed. Payen publie dans l'*Économiste français*, du 20 mars 1897, un article intéressant sur l'historique et les développements successifs des transports en commun à Paris.

Le premier essai d'organisation d'un service d'omnibus dans la capitale remonte, paraît-il, au XVIIe siècle et Pascal en aurait été l'un des promoteurs. Les carrosses publics, mis en circulation en 1662, n'eurent guère que pendant deux ans la faveur de la population parisienne; ils n'étaient, d'ailleurs, pas destinés au grand public et « défenses étaient faites à tous soldats, pages, laquais et autres gens de livrée, manœuvres et gens de bras, d'entrer dans lesdits carrosses ». Aucun nouvel essai ne fut fait pendant le XVIIIe siècle et ce n'est qu'en 1819 qu'on signale une demande d'autorisation pour la création de lignes d'omnibus. En 1828 seulement, un M. Baudry est autorisé à établir des omnibus dans Paris et la première ligne créée est celle de la Bastille à la Porte-Saint-Martin, amorce de la ligne actuelle Bastille-Madeleine. Bientôt après, l'entreprise compte cent voitures à quatorze places traînées par trois chevaux de front. De nouveaux concessionnaires entrent en ligne et le système des correspondances gratuites entre les voitures des diverses sociétés fait son apparition en 1840. Enfin, en 1860, intervient entre la Ville et la Compagnie générale des omnibus, le traité qui donne à cette dernière le privilège exclusif du transport en commun des voyageurs dans toute l'étendue de la Ville jusqu'en 1910, sauf cependant quelques cas spéciaux.

Ouvrages récemment parus.

L'Éclairage. *Éclairage aux gaz, aux huiles, aux acides gras*, par Julien Lefèvre, docteur ès sciences. — 1 vol. in-8° de 180 pages, avec 46 figures (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*). — Gauthier-Villars et Masson, éditeurs, Paris, 1897. — Prix : broché, **2 fr. 50**; cartonné, **3** francs.

Cet ouvrage complète celui qui a été consacré, par le même auteur, à l'*Éclairage électrique*. Il renferme la description des autres systèmes d'éclairage qui, à l'inverse du premier, utilisent tous la lumière produite par la combustion des matières grasses.

La plus grande part a été, naturellement, réservée au gaz d'éclairage, qui forme incontestablement le plus important de ces procédés. La fabrication et la distribution du gaz, les divers systèmes de brûleurs, becs à récupération, becs à incandescence, etc., ont été décrits avec le plus grand soin.

Le lecteur trouvera également dans ce volume tout ce qui se rapporte aux autres procédés fondés sur la combustion : éclairage aux gaz spéciaux, chandelles et bougies, huiles végétales et minérales. Plusieurs chapitres ont été consacrés à un certain nombre de procédés nouveaux, et en particulier à l'emploi de l'acétylène. Dans chaque cas, l'auteur indique l'origine de la substance combustible, son mode de fabrication, et décrit ensuite les brûleurs qui servent à utiliser cette matière.

Un dernier chapitre contient la comparaison des divers systèmes d'éclairage : il fait connaître les avantages et les inconvénients de chacun d'eux, ainsi que leur prix de revient.

Entwicklung, Ban und Betrich der electrischen Ofen, par Dr W. Borchers, Professeur à l'École technique de Duisburg. — Un volume in-16 de 64 pages, avec 42 figures (*Encyclopédie de l'électrochimie*). — Wilhelm-Knapp, éditeur, Halle, 1897. — Prix : **3** marcs.

Ce petit volume est consacré à l'étude des fours électriques au point de vue de leur construction et de leur utilisation pour la fabrication des métaux, des carbures métalliques et de tous les autres produits que l'on peut obtenir par la même voie.

Le Gérant : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



Dix-septième année. — Tome XXX. — N° 25. **N° 776.** Samedi 24 Avril 1897.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Chemins de fer**: La nouvelle gare de Madrid-Atocha (*planche XXV*), p. 389; J.-N. Süss et H. Messier de Saint-James. — **Mines**: Conditions d'établissement des dynamitières, p. 393. — **Physique industrielle**: Mesures propres à augmenter la sécurité dans l'emploi des chaudières à petits éléments, p. 396; Gérard Lavergne. — Détermination de la quantité d'eau contenue dans la vapeur, p. 397. — **Travaux publics**: Emploi de l'air comprimé dans la construction du réservoir de Jérôme Park, à New-York, p. 398. — **Électricité**: Application des transformateurs-redresseurs dans l'exploitation des chemins de fer, p. 399. — **Correspondance**: Application du système cantilever aux fermes métalliques. Épreuves du viaduc de Grandfey, p. 401; Jules Gaudard. — **Informations**: Production de la force par la chaleur au moyen des machines en série (système Wellington), p. 401. — Nouvelle cisaille à vapeur, p. 402. — Le vapeur géant *Pennsylvania*, p. 402. — Varia, p. 402.

Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences, séance du 12 avril 1897, p. 403.

Bibliographie. — Revue des principales publications techniques, p. 403. — Ouvrages récemment parus, p. 404.

Planche XXV: La nouvelle gare de Madrid-Atocha.

CHEMINS DE FER

LA NOUVELLE GARE DE MADRID-ATOCHA

(*Planche XXV.*)

Historique. — Par suite de l'extension considérable de son réseau, la gare terminus, à Madrid, de la Compagnie des chemins de fer de Madrid à Saragosse et à Alicante, était devenue insuffisante. Au lieu de procéder à de simples agrandissements, on a pris le parti, dès 1884, de construire une nouvelle gare capable de répondre à toutes les exigences que présente la tête de ligne d'un réseau dont le développement atteint près de 4 000 kilomètres.

La nouvelle gare de voyageurs a été rapprochée d'environ 300 mètres du centre de la ville (fig. 2), tandis qu'une partie des voies de l'ancienne ont servi à agrandir la gare à marchandises.

Description générale. — La façade principale de la nouvelle gare (fig. 1) se trouve sur la place d'Atocha, dont le niveau est à environ 10 mètres en contre-haut des voies de l'ancienne gare. On a racheté cette différence de niveau en établissant la nouvelle gare un peu au-dessous de la place et en donnant une pente acceptable aux chemins d'accès et une rampe pour la montée des trains vers la gare ne dépassant pas sensiblement celle de 12 millimètres qui existe depuis le pont du Mauzanaves jusqu'à l'ancienne gare.

Un point de passage était imposé, le croisement des voies d'Alicante et de Saragosse avec la voie de ceinture qui n'est destinée généralement qu'au service des marchandises; aussi pour avoir le développement nécessaire dut-on passer derrière le dépôt des machines et côtoyer le ruisseau du « Carcabon » dont nous aurons à parler plus loin (fig. 1 et 4, pl. XXV).

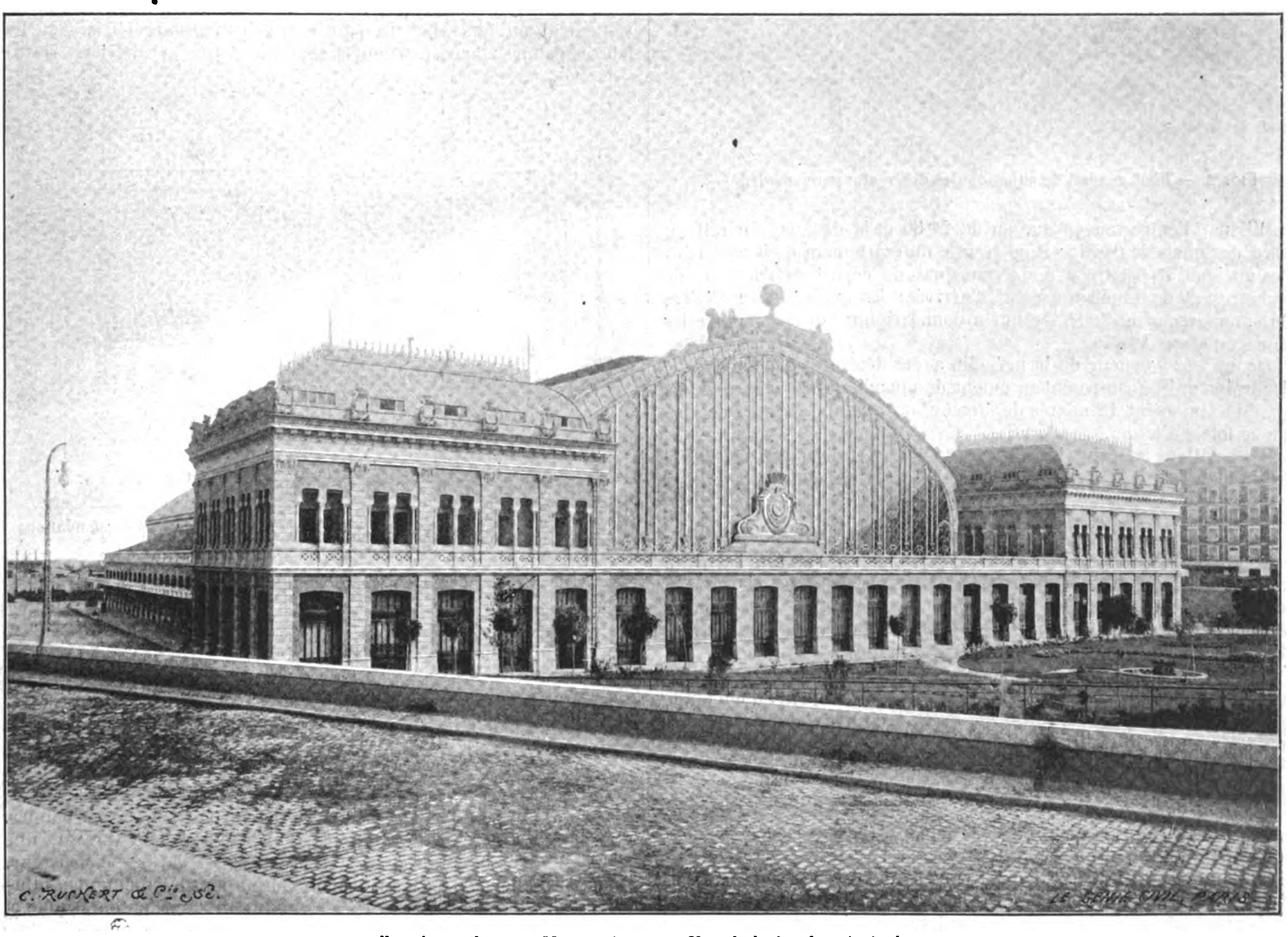


Fig. 1. — Gare de Madrid-Atocha : Vue de la façade principale.

La nef centrale abrite trois couples de voies séparées par des quais aboutissant, ainsi que les deux quais latéraux, à un quai de tête assurant la

facilité du service (fig. 3, pl. XXV) et sur lequel s'ouvrent les portes d'entrée et de sortie des voyageurs.

Sur la gauche de la nef se trouvent : la salle des départs comprenant les bureaux de billets et d'enregistrement des bagages, puis les bureaux du télégraphe, les salons royaux, la chaufferetterie, la lampisterie et le service de la poste [1]. A droite de la nef sont installées : le service des arrivées comprenant la sortie des voyageurs, la salle de distribution des bagages, la consigne, le service de police et le service médical. Dans le pavillon de tête, le buffet et ses dépendances, les salles d'attente, les bureaux de l'Inspection du Gouvernement et ceux du mouvement.

Les étages supérieurs des deux pavillons d'angle de la façade servent de logement au personnel.

Enfin, en avant de la halle se trouvent, d'un côté, les quais de messageries et, de l'autre, les remises de voitures et les voies de dépôt du matériel.

Cette disposition, qui rappelle, à petite échelle, celle de la gare du Nord de Paris, pour le service des grandes lignes, permet de recevoir ou d'expédier les trains indifféremment par l'une quelconque des six voies de la halle : elle permet également au public de pénétrer par les salles d'attente sur les quais des trains arrivant ; enfin elle offre l'avantage de faciliter la surveillance en ne laissant de communication avec l'extérieur que par deux portes, l'une d'entrée et l'autre de sortie.

La largeur intérieure de la voie espagnole est de 1m 672 (6 pieds



Fig. 2. — Plan général de situation des différentes gares madrilènes.

castillans), l'entre-voie en station de 2m 50 et la distance du rail au bord des quais de 0m 812 ; il en résulte un écartement de bord à bord des quais de 7m 68. On a donné au quai de départ une largeur de 8 mètres, et de 6 mètres à celui d'arrivée ; les quais intermédiaires ont une largeur de 5m 86, ce qui a donné comme distance entre les murs de la nef 48m 76.

Quant à la longueur de la nef, elle a été déterminée d'après celle des trains qui se composent rarement de plus de quinze véhicules. Le quai de tête ayant 12 mètres de largeur, on a donné 152m 19 de longueur totale à la nef.

Les pavillons latéraux des services de départ et d'arrivée ont 80m 70 de longueur sur 14 mètres de largeur, et celui de tête a 88m 85 sur 10m 50.

Fondations. — Le terrain sur lequel on avait à construire la nouvelle gare, était constitué en majeure partie par un ancien ravin au fond duquel coulait le ruisseau Carcabon qui, canalisé et couvert, sert d'égout collecteur à la ville. Après la construction de cet égout, le ravin avait été remblayé, de sorte qu'il a fallu traverser les terrains rapportés pour descendre jusqu'au terrain naturel.

Les sondages ayant confirmé la présence d'une couche d'argile grise compacte sur laquelle on pouvait asseoir la construction, on adopta le système de fondations par puits et, après avoir traversé les terrains rapportés, on trouva, sous le sol naturel, une couche de sable avec d'assez fortes infiltrations d'eau, puis on arriva à l'argile sur laquelle on fonda.

Les puits sont en maçonnerie de pierre calcaire hourdée au mortier de chaux hydraulique et reliés à leur partie supérieure par des voûtes plein cintre en maçonnerie de briques.

Le nombre des puits est de 227, leur diamètre de 1m 40, 1m 80 et 2 mètres, et leur profondeur varie de 3m 50 à 7m 50. Ceux sur lesquels reposent les pieds des fermes ont une section rectangulaire de 4m 50 sur 1m 50 et leur profondeur varie de 5m 40 à 9m 20.

Un seul d'entre eux, le puits de droite de la cinquième ferme, a offert quelques difficultés. Ce puits tombait sur la voûte de l'égout collecteur Carcabon, aussi dut-on construire une voûte au-dessus de l'égout pour le laisser complètement indépendant des fondations.

[1] Dans les principales gares en Espagne, les Compagnies autorisent le public à pénétrer dans les gares de voyageurs moyennant une redevance de 0.50 pesetas par personne. Le produit de ces billets de quai est réparti entre les Caisses de secours du personnel des Compagnies et les établissements de bienfaisance.

Cette voûte s'appuie sur deux massifs de maçonnerie fortement reliés par des tirants en fer, comme l'indiquent les figures 3, 4 et 5.

La pression au pied des fondations ne dépasse nulle part 5kg 500 par centimètre carré ; la résistance du sol sur lequel elles s'appuient, d'après les nombreuses expériences qui ont été faites, est, en moyenne, de 30 kilogrammes.

Élévation. — Le socle est en granit du Guadarrama et la maçonnerie en dessus de ce socle en briques d'Aviza. Tous les ornements (corniches, bandeaux, pilastres, colonnes, etc.) sont en terra-cotta de la maison Doulton.

La figure 1 donne, d'ailleurs, une idée de la façade. L'emploi de la terra-cotta donne une certaine élégance au bâtiment et n'a pas entraîné à d'aussi fortes dépenses que la pierre de taille, ni exigé d'aussi longs délais.

Nef. — La halle centrale (fig. 6 du texte) occupe un espace rectangulaire de 152m 19 de longueur du nu du mur de tête à l'extrémité des quais et de 48m 76 de largeur entre les parements intérieurs des murs, soit une surface de 7 420m2 78. Elle est composée de 10 fermes dont les deux premières sont écartées de 18m 20 et les suivantes de 16m 70 d'axe en axe. Les fermes sont du type de Dion et ont 48m 75 d'ouverture d'axe en axe des pieds-droits et 26m 57 de l'extrados au rail.

Les semelles des pieds-droits sont recourbées à leur base afin d'augmenter la surface d'appui sur la maçonnerie et sont fortement boulonnées aux fondations. Les fermes sont reliées par quinze pannes écartées de 4 mètres en projection horizontale, excepté celle de faîtage qui se trouve à deux mètres des voisines et les deux inférieures qui ne sont écartées que de 2m 765. Chaque panne supporte quatre faux arbalétriers qui divisent l'espace entre deux fermes en cinq parties égales.

Les faux arbalétriers supportent des fausses pannes écartées de 2 mètres en projection horizontale, excepté les inférieures qui ne sont séparées que de 1m 38.

La première et la dernière travées de la nef ont un double contreventement en fers plats passant entre les faux-arbalétriers et les fausses pannes ; leurs extrémités sont fixées aux arbalétriers. Néan-

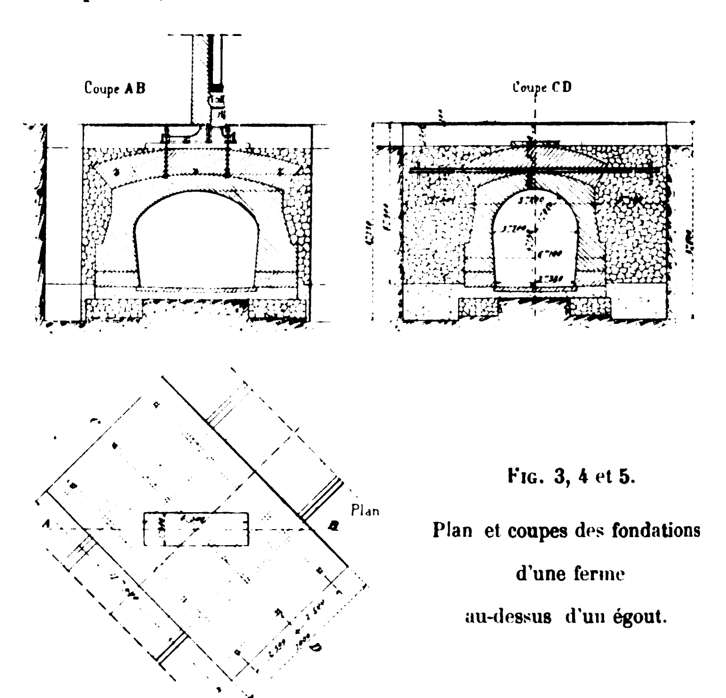


Fig. 3, 4 et 5.

Plan et coupes des fondations d'une ferme au-dessus d'un égout.

moins la seconde et l'avant-dernière travées ont un contreventement simple que l'on a ajouté par excès de précaution. Les sept travées intermédiaires sont surmontées d'un lanterneau reposant sur les deux pannes contigües à la faîtière.

La couverture de la nef et du lanterneau est en tôle ondulée galvanisée de 1mm 5 d'épaisseur, fixée directement sur les fausses pannes. Sur les sept travées intermédiaires il existe, à chaque versant, une partie vitrée de 9 mètres de large en verres striés de 6mm d'épaisseur.

La nef est fermée à l'avant par un rideau dont les montants s'attachent, à leur partie supérieure, à l'intrados de la ferme de la tête et s'appuient, à leur partie inférieure, sur une poutre reposant elle-même sur le mur intérieur du bâtiment de tête ; celui-ci complète avec le rideau la fermeture de la nef.

Le métal employé pour la construction de cette charpente a été de l'acier offrant une résistance à la rupture de 45 kilog. avec 20 % d'allongement et 22 kilog. comme limite d'élasticité.

Le poids de l'ouvrage avait été prévu à 60 kilog. par mètre carré couvert, dont 40 pour la charpente et 20 pour la couverture ; en réalité ce poids a été de 59kg 400, dont 43kg 200 pour la charpente et 16kg 200 pour la couverture.



Comme surcharge accidentelle on s'est arrêté au chiffre de 60 kilog. par mètre carré. Les neiges persistantes sont très rares, à Madrid, et ne dépassent guère 15 centimètres d'épaisseur, ce qui équivaut à une surcharge de 15 kilogr. au mètre carré. Pour le vent on a adopté un effort de 120 kilogr. par mètre carré s'exerçant normalement sur le rideau de tête, mais seulement de 45 kilogr. par mètre carré pour le calcul de la charpente sur laquelle il agit sous un petit angle.

On a paré aux dilatations longitudinales dues aux variations de température, allant de — 10° à + 55° pour Madrid, en ménageant des ovales à l'attache des pannes à certaines fermes de manière à permettre une dilatation totale de 0m 04, et en y remplaçant les rivets par des boulons. Quant à la dilatation transversale, pour un écart de température de 30° en plus ou en moins, elle équivaut seulement à une surcharge de 4 kilogr. par mètre carré.

Les pieds-droits sont complètement indépendants des murs latéraux, ce qui laisse ainsi un jeu suffisant à la dilatation dans les deux sens.

La charpente a été exécutée par la Société de construction de Willebroeck qui s'est servie, pour le montage, d'un échafaudage roulant embrassant deux fermes à la fois (fig. 6, pl. XXV). Ce montage, commencé le 8 décembre 1890, a été complètement achevé le 20 juin 1891.

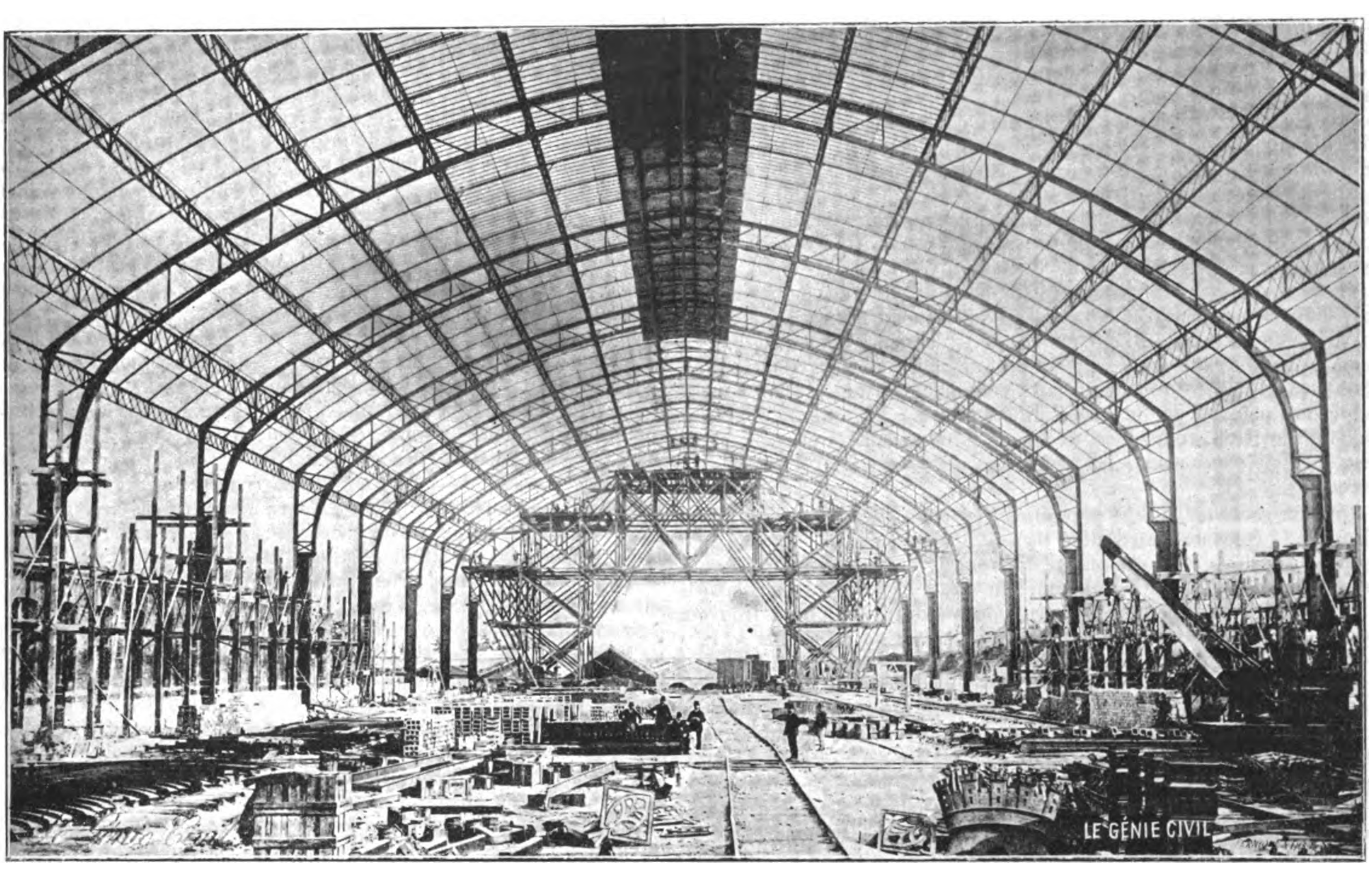


Fig. 6. — Gare de Madrid-Atocha : Vue intérieure prise pendant le montage des fermes.

L'acier employé a bien répondu aux conditions fixées, car la moyenne de 37 essais a donné 47kg 8 comme résistance à la rupture et 26,5 % comme allongement.

Ajoutons que, dans les sections les plus fatiguées, le travail du métal ne dépasse pas 10 kilogr. avec les surcharges prévues.

Disposition générale des voies. — La ligne de ceinture, qui sert presque exclusivement à l'échange des marchandises entre les gares du Nord et de Las Delicias avec celle d'Atocha (fig. 2 du texte), croise à niveau, à l'entrée de la gare, les voies de Saragosse et d'Alicante qui se rendent directement à la halle des voyageurs.

Les voies de la gare des marchandises sont divisées en quatre groupes bien distincts (fig. 1 et 2, pl. XXV). Le groupe I est réservé spécialement au service des trains de marchandises provenant des gares du Nord et de Las Delicias. Les groupes II et III sont réservés aux services des trains de marchandises des lignes de Saragosse et d'Alicante, et le groupe IV au dépôt de matériel.

Les deux voies générales et celle de manœuvre communiquent avec l'une quelconque des voies de la gare des voyageurs au moyen de trois traversées-jonctions doubles.

Appareils d'enclenchement. — Il résulte de la disposition des voies décrite et de l'examen du plan (fig. 2, pl. XXV) que toutes les aiguilles de la gare forment deux groupes complètement indépendants distants l'un de l'autre de 550 mètres de centre à centre. Pour manœuvrer ces appareils, ainsi que les signaux, on avait prévu au projet primitif, un poste Saxby à distance à peu près égale des deux groupes. Cependant, la disposition des voies en pente et courbe, jointe à la distance de ce poste aux aiguilles extrêmes qui atteint jusqu'à 400 mètres, fit craindre que les manœuvres par transmissions rigides ne fussent trop dures. Aussi, dès que les appareils hydrauliques pour ces manœuvres ont commencé à se répandre, a-t-on pensé à les substituer au système Saxby.

Cependant, l'étude définitive du projet d'enclenchement montra que le poste unique ne dominait pas suffisamment les aiguilles qu'il devait manœuvrer et que le développement des conduites d'eau atteignait une importance considérable (15 000 mètres). On fut alors conduit à établir deux postes : l'un placé sur le pont à signaux de l'entrée de la gare à voyageurs et en manœuvrant les principales aiguilles; l'autre à la rencontre de la voie de ceinture avec les voies générales et manœuvrant le groupe des aiguilles de la bifurcation des voies de marchandises et du dépôt.

Ces deux postes, quoique écartés de 640 mètres, se commandent au moyen d'un consentement hydraulique avec autant de sécurité que s'ils n'en formaient qu'un seul.

Les appareils hydrauliques n'ayant rien de bien particulier nous nous bornerons à donner la description du consentement entre les deux postes.

Cabine A. — Le poste installé dans la cabine A (fig. 2, pl. XXV) se compose de 32 leviers dont 18 pour la manœuvre des sémaphores, 9 pour les aiguilles, 2 pour le consentement avec la cabine B et 3 réservés; il existe, en plus, 12 boutons sélecteurs dont l'emploi a permis de réduire de 36 à 18, le nombre de leviers de manœuvre des signaux.

La pression dans les appareils de ce poste, 50 kilogr. par centimètre carré, est obtenue par un accumulateur de 10 litres.

Cabine B. — Le poste de la cabine B se compose de 27 leviers, dont 15 pour la manœuvre des sémaphores, 8 pour les aiguilles et 2 pour le consentement avec le poste A. De plus, les leviers de cette cabine sont enclenchés par une barre actionnée par une serrure Annett dont la clef condamne l'aiguille de la voie des ateliers, branchée sur celle de ceinture. C'est en retirant cette clef de la serrure de la cabine, pour ouvrir celle de l'aiguille, que l'enclenchement se produit.

L'accumulateur de ce poste est pareil à celui du poste A.

Consentement hydraulique. — Cet appareil est destiné à enclencher



les leviers du poste B dans leur position normale, pendant que le poste A expédie ou reçoit un train sur les voies générales.

Les leviers 10 et 11 du poste A et 16 et 17 du poste B sont ceux qui manœuvrent les barres d'enclenchement correspondant au consentement; de plus, les leviers 16 et 17 font manœuvrer deux disques bas (16 et 17) couvrant ce poste du côté de la gare des voyageurs.

La table d'enclenchement du poste A est disposée de façon que tous les leviers servant à autoriser des passages sur la direction Saragosse, dans les deux sens, soient enclenchés par le levier 10 dans sa position normale, et pour la direction Alicante par le levier 11. Il en résulte que, pour autoriser un passage sur la ligne de Saragosse, par exemple, il faut, après avoir manœuvré tous les leviers d'aiguille correspondant à ce passage, renverser le levier 10; or, ce levier ne peut être renversé complètement que lorsque le poste B aura lui-même renversé le levier 16 et il ne peut le faire que si les aiguilles et sémaphores de ce poste qui pourraient autoriser un passage dangereux se trouvent en position normale, c'est-à-dire position dans laquelle ils sont enclenchés par le renversement du levier 16.

Le schéma de cet appareil est représenté par les figures 5, 6, 7 et 8 (pl. XXV) et voici comment il fonctionne: Au moment de renverser le levier L (10 ou 11) du poste A dans le sens de la flèche (fig. 5, pl. XXV) et après avoir décrit un angle de 45°, la partie inférieure de ce levier vient butter contre la plaque S_1 et ce levier ne peut achever son mouvement, c'est-à-dire décrire les 15° qui restent, si la plaque S_1 s'est soulevée. En faisant ce premier mouvement, le tiroir de la boite de distribution D_1 s'est abaissé, poussé par la tige de l'excentrique de ce levier. Ce mouvement de tiroir met en communication le tuyau m avec l'accumulateur du poste A par l'intermédiaire du tuyau p_1, qui est toujours en charge; les pistons différentiels P_2 et P_3 ont ainsi leurs deux faces en communication, l'une avec l'accumulateur de la cabine A, au moyen des tuyaux m et p_1, et l'autre avec celui de la cabine B par le tuyau p^2 et, par suite, tendent à se soulever. Le piston P_3, en montant, met en mouvement une sonnerie électrique et fait apparaitre en même temps le numéro du levier de la cabine B (16 ou 17) dont le consentement est demandé par la cabine A; la vigie du poste B renverse alors ce levier L_2 (fig. 6, pl. XXV), ce qu'il peut faire complètement, la plaque S_2 se soulevant, poussée par le piston différentiel P_2. Dès que le mouvement du levier L_2 commence, la barre a_2 est repoussée et enclenche tous les leviers qui pourraient permettre un passage simultané dangereux.

Une fois ce levier L dans la position renversée (fig. 7, pl. XXV), le tiroir de la boite de distribution D_2 s'est abaissé et a mis la partie de la plus grande section du piston différentiel P_1 (fig. 8, pl. XXV) en communication avec l'accumulateur du poste B par l'intermédiaire des tuyaux C et p_2. Comme la partie de moindre section se trouve en communication constante avec l'accumulateur de la cabine A, P_1 se soulève en poussant la plaque S_1; cela permet d'achever le renversement du levier L_1 et désenclenche, par l'intermédiaire de la barre a, les leviers des sémaphores permettant le passage à effectuer.

Une fois le passage réalisé, on commence à remettre le levier L_1 dans sa position normale, ce qui fait redescendre d'abord le piston P_3 qui efface le numéro du levier correspondant du poste B et indique à la vigie qu'elle peut remettre L_2 en position normale, après quoi L_1 peut également être remis complètement en position normale.

On voit, d'après cela, que les enclenchements entre les leviers des deux postes A et B se font aussi facilement et aussi sûrement que s'ils étaient réunis dans un seul poste.

Signaux. — Les signaux employés sont des sémaphores, des disques bas d'arrêt absolu et des disques bas indicateurs de direction.

L'entrée en gare par les lignes de Saragosse et d'Alicante est protégée par deux sémaphores doubles placés à 600 mètres des aiguilles extrêmes; les bras inférieurs 24 et 25 (fig. 4, pl. XXV), qui correspondent à la gare de marchandises, sont manœuvrés depuis le poste B, et les supérieurs (31 et 32), qui protègent celle de voyageurs, depuis le poste A.

L'entrée par la voie de ceinture est protégée de son côté par deux sémaphores (26 et 27) manœuvrés depuis le poste B, dont le plus éloigné, qui se trouve à 600 mètres et sert à arrêter les trains venant de Las Delicias, et le deuxième, qui se trouve à 950 mètres, les trains venant des ateliers; enfin, le passage de la voie de ceinture, des marchandises ou du dépôt à la gare de voyageurs par la voie de manœuvre est défendu par un bras de sémaphore (30) manœuvré depuis le poste A; ces sept sémaphores sont manœuvrés par des pistons hydrauliques agissant sur des fils de fer de 4 millimètres de diamètre et contrôlés par des répétiteurs électriques système Bianchi.

L'entrée des voies de la halle est protégée par six bras de sémaphores (24, 25, 26, 27, 28 et 29) placés sur le pont à signaux où se trouve le poste A. La sortie de ces voies est indiquée par six autres bras (4, 5, 6, 7, 8 et 9), correspondant chacun à une des voies de la nef et par un sémaphore à trois bras (3, 2 et 1) indiquant respectivement les trois directions: manœuvre (conduisant à marchandises, dépôt et ceinture), Saragosse et Alicante.

La sortie du dépôt du groupe I ou de la voie de manœuvre est autorisée par les sémaphores 1 et 2 correspondant à section A et voie de ceinture; la sortie des groupes I, II et III sur les voies, Moste n° 1, Saragosse ou Alicante, est autorisée par les sémaphores 3, 4 et 5. Tous ces sémaphores fonctionnent par manœuvres hydrauliques distinctes, sans transmissions par fils.

Les disques bas d'arrêt absolu placés au talon des aiguilles et les indicateurs de direction placés devant les aiguilles sont manœuvrés par les conduites du contrôle des aiguilles.

L'installation ressort à 1 100 francs par levier, c'est-à-dire à peu près au même prix que les autres systèmes donnant la même sécurité.

Le chef de gare a dans son bureau un poste téléphonique à quatre directions le mettant en communication directe avec la cabine A, la cabine B, la gare des marchandises et le dépôt, ce qui lui permet de diriger facilement la circulation des trains. Dans chaque cabine se trouve un poste à deux directions qui permet aux vigies de correspondre également entre elles.

Éclairage et chauffage. — Pour l'éclairage de la gare on a adopté l'électricité et on a construit une usine centrale qui, en même temps que la gare des voyageurs, éclaire celle des marchandises et les trois bâtiments des bureaux centraux. Cette usine ne fournit pas l'éclairage des ateliers de la Compagnie, qui se trouvent très éloignés de la gare, et l'on a trouvé plus économique d'installer pour ceux-ci des dynamos génératrices dans les salles des machines motrices et d'utiliser les chaudières existant déjà.

A la gare des voyageurs il n'y a généralement aucun service de trains depuis 10 heures du soir jusqu'à 5 heures du matin; dans cet intervalle, il suffit d'éclairer les bureaux du télégraphe et du personnel de garde, et d'avoir un certain nombre de lampes de veille pour la surveillance.

De même, à la gare des marchandises, le service de nuit est très restreint et l'on se borne à éclairer les quais pour en faciliter la surveillance.

Enfin, les bureaux centraux n'ont généralement plus besoin d'éclairage après 7 heures du soir. On a donc été amené à faire l'éclairage directement par les dynamos jusqu'à 10 heures du soir, ainsi qu'à partir de 5 heures du matin, et d'alimenter les lampes de veille dans l'intervalle au moyen d'accumulateurs. On s'est servi de lampes à arc partout où cela était possible, en employant seulement des lampes à incandescence dans les bureaux, pour les signaux et pour la veille.

Les chemins d'accès et les cours d'arrivée et de départ sont éclairés au moyen de 12 arcs de 12 ampères, système Rieper, à point lumineux fixe et à double paire de charbons; la grande halle, par 14 arcs de 12 ampères, les vestibules, salles d'attente et buffet, par 16 arcs de 6 ampères; les messageries, traversées, jonctions et voies de garage par 4 arcs de 12 ampères. Ces arcs sont montés par deux en série.

Comme lampes à incandescence, il y en a 250 de 16 bougies dans les bureaux de la gare et 100 dans les logements; il y a de plus 30 lampes de veille de 10 bougies dans les diverses dépendances de la gare de voyageurs et 70 sur les quais de marchandises. Les trois bâtiments des bureaux centraux comprennent 300 lampes à incandescence de 16 bougies.

Enfin, 60 lampes de 16 bougies servent à l'éclairage des cabines, des signaux et de l'usine.

Cet éclairage assure à toutes les parties accessibles au public une intensité lumineuse d'environ deux bougies par mètre carré en comptant seulement l'intensité horizontale des arcs, soit 60 carcels ou 600 bougies pour les arcs de 12 ampères et 25 carcels ou 250 bougies pour les arcs de 6 ampères.

Sous la halle et dans les cours, les arcs sont placés à 10 mètres de hauteur et à 5 ou 6 mètres dans les autres endroits.

La tension aux bornes des dynamos est de 115 volts, et de 100 volts aux lampes.

Le débit maximum correspondant à toutes les lampes est de 450 ampères, soit 51 750 watts, nécessitant une force motrice théorique de 70 chevaux-vapeur, soit environ 86 chevaux dans la pratique.

On a installé trois dynamos de 250 ampères chacune, actionnées par trois machines à vapeur de 50 chevaux; deux de ces groupes sont généralement suffisants et le troisième sert de réserve. Une seule dynamo marche dans la journée pour charger les accumulateurs, elle actionne le chariot à niveau électrique qui se trouve à l'entrée de la halle et les ventilateurs des bureaux de la Compagnie.

Moteurs et dynamos. — Les moteurs qui ont été employés sont du type Westinghouse-compound à simple effet, sans condensation. Leurs dimensions principales sont les suivantes:

Diamètre du gros cylindre	0m330
— petit —	0m203
Course des pistons	0m203
Nombre de tours par minute	375
Force avec 25 °/o d'admission et 10 kilogr. de pression.	50 chevaux.

Les dynamos sont du système Thury, type hexagonal HB montées en shunt, de 250 ampères sous 120 volts à 375 tours.

Chaque machine conduit directement une dynamo par l'intermé-



diaire de plateaux d'accouplement système Raffard. Chaque groupe repose sur une plaque de fondation fixée à un massif de béton au moyen de 6 boulons et n'occupe qu'un espace rectangulaire de $3^m50 \times 1^m50$.

On n'a pas employé la condensation à cause du prix élevé de l'eau à Madrid ; mais la vapeur d'échappement traverse l'eau d'alimentation qui tombe en cascade autour des tuyaux d'échappement et reprend ainsi une partie de la chaleur perdue.

On a installé récemment un groupe formé d'une dynamo multipolaire de 500 ampères sous 120 volts accouplée par plateaux Raffard à une machine Weyer et Richemond, type pilon compound.

Chaudières. — La consommation de vapeur par cheval des machines Westinghouse étant d'environ 12 kilogr., il faut $86 \times 12 = 1\,032$ kilogr. de vapeur par heure au maximum. Pour le chauffage de la gare à la vapeur, dont il sera question plus loin, il en faut environ 1 200 kilogr. par heure. On a donc installé un groupe de trois chaudières donnant chacune 1 200 kilogr. ; de sorte que, généralement, il y en aura une en réserve.

Le type choisi a été la chaudière inexplosible de Roser aux dimensions suivantes :

Surface de chauffe	80 mètres carrés
— de grille.	$1^{m2}88$
Emplacement.	$5^m60 \times 2^m40 \times 4^m60$
Timbre	12 kilogr.

Les chaudières sont munies de fumivores Orvis.

Accumulateurs. — Les accumulateurs ont à fournir, pendant sept heures, le courant aux 30 lampes de veille et à 75 lampes des quais des marchandises, de certains bureaux de la gare et des signaux de la gare des marchandises, ainsi qu'à une partie des lampes des logements.

La consommation maximum correspondante est d'environ 50 ampères.

La batterie employée se compose de 60 éléments de 50 kilogr. nets de poids de plaques montés en tension et pouvant donner 500 ampères-heure.

Chauffage. — Quoique l'usine d'électricité se trouve à une distance de 250 mètres de la gare, on a résolu d'en utiliser les générateurs de vapeur pour le chauffage de la gare. Cette solution a été adoptée à la suite des excellents résultats obtenus avec le chauffage à la vapeur, établi d'après le système Grouvelle, dans les bureaux de la Compagnie qui occupent une longueur de 200 mètres et ont leurs cinq étages chauffés par un seul groupe de chaudières installées dans les sous-sols.

Le froid n'étant généralement pas très vif à Madrid, on n'a chauffé que les bureaux de la gare, les logements, le buffet et les salles d'attente, et non les locaux où le public ne stationne que peu de temps, tels que le vestibule de départ et les salles de bagages à l'arrivée.

Le chauffage se fait à l'aide de tuyaux à ailettes disposés dans les bureaux et logements sous forme de cheminée en rangées verticales recouvertes d'enveloppes en fonte et tôle perforée ; dans les salles d'attente, buffet et salons royaux, ces tuyaux sont logés simplement dans des caniveaux pratiqués dans les parquets et recouverts de grillages en fonte.

Pour assurer une température de 16 à 18°, la consommation maximum de vapeur est de 1 200 kilogr. par heure.

La vapeur est conduite de l'usine à la gare au moyen d'un tuyau en fer de 72 millimètres de diamètre essayé à 18 kilogr. Ce tuyau est placé dans un caniveau et recouvert de tôles perforées et de bourrelets de déchets de soie. De cette façon, la vapeur qui est à une pression de 12 kilogr. à l'usine, arrive à la gare à 11 kilogr. A l'entrée de celle-ci se trouve placé un régulateur de pression qui réduit à 4 kilogr. la pression dans les tuyaux qui vont aux logements et à l'aile opposée de la gare par les égouts ; enfin, d'autres régulateurs abaissent la pression à 2 kilogr. dans les tuyaux se rendant aux poêles, de sorte qu'en aucun endroit accessible au public et au personnel de la gare, la pression n'atteint plus de 2 kilogr. Tous les tuyaux sont, d'ailleurs, en fer, sauf ceux à ailettes qui sont en fonte.

Disposition de l'usine d'éclairage et chauffage. — Le plan (fig. 9, pl. XXV) indique la disposition de l'usine. Dans un premier local se trouve le groupe des trois chaudières et la place est ménagée pour en ajouter deux autres. Dans la deuxième salle se trouvent les trois groupes de dynamos avec leurs moteurs, ainsi qu'un espace libre pour deux autres groupes et le tableau de distribution. Viennent ensuite le bureau, le magasin et l'atelier, enfin la salle des accumulateurs.

L'édifice a été construit en pans d'acier et briques apparentes et toute l'installation, y compris la cheminée qui a 2 mètres de diamètre et 30 mètres de hauteur, a été achevée en trois mois.

Tableau de distribution. — La distribution de l'électricité se fait au moyen de six circuits dont deux pour les arcs de la gare, un pour les lampes à incandescence de celle-ci, un pour le transport de force, un pour l'éclairage à l'incandescence des bureaux et des quais de marchandises, enfin un pour la ventilation des bureaux.

Le tableau est composé de sept commutateurs à double pôle correspondant aux 6 circuits indiqués et à celui des accumulateurs.

Comme on a réservé l'emplacement de deux dynamos de plus, pour éclairer dans la suite les voies de triage et faire fonctionner des cabestans électriques dans la gare des marchandises, les 14 commutateurs qui sont accolés deux par deux aux commutateurs doubles, ont chacun six plots (pour les cinq dynamos et les accumulateurs), sauf ceux destinés au circuit des accumulateurs qui n'en ont que cinq.

En dessous du tableau, on a installé un régulateur automatique, par chaque dynamo et deux régulateurs automatiques pour les circuits d'incandescence.

A la gare se trouve le tableau de distribution pour les arcs et l'incandescence dans le même local que les robinets pour le chauffage à vapeur.

Enfin, dans les sous-sols des bureaux sont placés les tableaux de distribution d'éclairage et de ventilation de ceux-ci.

Les trois locaux où se trouvent les tableaux sont reliés par téléphone.

Les conduites principales sont constituées par des lames de cuivre nu posées dans les caniveaux sur des isolateurs spéciaux en porcelaine à double cloche.

Prix de revient de l'éclairage. — Le prix de revient de l'éclairage est de 0 fr. 40 par kilowatt, dont 0 fr. 10 correspondent à l'intérêt et à l'amortissement du capital de 200 000 francs, montant de l'installation électrique de la gare.

Les compagnies madrilènes d'électricité vendent le kilowatt au public à raison de 1 fr. 10.

J.-N. Süss et H. Messier de Saint-James,
Ingénieurs des Arts et Manufactures.

MINES

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DES DYNAMITIÈRES

Depuis que l'emploi de la dynamite est devenu d'un usage courant dans les exploitations minières, on s'est préoccupé des dispositions à donner aux dépôts de cette matière pour que leur explosion ne fût pas, ainsi que cela s'est malheureusement produit quelquefois, une cause de graves accidents. A cet effet, le ministre de la Guerre a saisi, le 27 novembre 1893, la Commission des substances explosibles de l'étude des questions qui se rattachent à l'établissement de ces dépôts dans les travaux souterrains des exploitations minières.

Cette Commission a divisé les dépôts de dynamite en deux catégories : les dynamitières établies dans des souterrains en communication avec les travaux, et les dynamitières superficielles, c'est-à-dire enterrées à de faibles profondeurs et sans communication avec les travaux. Les recherches de la Commission ont eu en vue d'étudier les dispositifs d'obturation permettant d'isoler, en cas d'explosion, la dynamitière souterraine des galeries en exploitation, et des expériences exécutées sur une échelle restreinte, en 1894 et 1895, l'ont conduite à formuler, dans un rapport en date du 10 octobre 1895, les règles qui lui paraissaient devoir être appliquées dans ce but. Toutefois, la Commission concluait à l'utilité d'expériences en grand que les moyens dont elle disposait ne lui avaient pas permis d'entreprendre.

Grâce à l'initiative du Comité central des Houillères de France et au généreux concours de la Compagnie des Mines de Blanzy, ces expériences en grand ont pu être réalisées et, par dépêche du 26 octobre 1895, le ministre de la Guerre a autorisé la Commission des substances explosives à prendre la direction et le contrôle technique de ces essais. Ces expériences, au nombre de trois, ont été effectuées à Blanzy, le 21 décembre 1895, et ont fait l'objet d'un rapport de la Commission qui vient d'être publié par les *Annales des Mines* [1]. Nous croyons utile de donner ici quelques détails sur la façon dont elles ont été exécutées, et un résumé des conclusions auxquelles elles ont conduit la Commission.

Dynamitières souterraines en communication avec les travaux. — L'expérience n° 1 est relative au type de dynamitière en communication avec les travaux. Avant de la décrire, il y a lieu d'indiquer brièvement le principe des dispositions proposées par la Commission, dans son rapport du 10 octobre 1895, pour cette catégorie de dépôts :

1° La dynamitière est constituée par une galerie en forme de **T** dont la branche transversale reçoit le dépôt explosif et l'autre sert de galerie d'accès. La charge explosive est disposée suivant l'axe de la

(1) Tome XI, 1re livraison de 1897.

galerie transversale, et la section de cette galerie est telle que le poids d'explosif par mètre courant, évalué en kilogrammes, soit le $^1/_{100}$ du volume de la galerie par mètre courant, évalué en litres. A cette *densité de chargement* de $^1/_{100}$ correspond une pression moyenne ne dépassant pas 100 kilogrammes par centimètre carré, quelle que soit la charge totale;

2° La galerie d'accès est obturée par un tampon ou piston mobile susceptible de s'appliquer, par un déplacement à peu près égal à son diamètre, sur un siège plan formé par un retrécissement de cette galerie. La disposition en **T** a pour but de soustraire le dispositif d'obturation aux surpressions qui se produisent dans la détonation de charges allongées, aux extrémités des capacités dans lesquelles la charge se trouve répartie. En temps normal, le tampon reste éloigné de son siège et la communication, de part et d'autre du tampon, est assurée par une galerie de dérivation doublement coudée en vilebrequin. En cas d'explosion, le retard qu'éprouve la chasse du gaz à parcourir le vilebrequin, et les pertes de charge dues au triple changement de direction rectangulaire imposé au courant gazeux, permettent au tampon d'arriver sur son siège avant qu'il se soit produit un écoulement sensible par la dérivation;

3° Les expériences à échelle réduite de la Commission ont montré que ce fonctionnement théorique était réalisé non seulement sous les pressions moyennes de 25 à 30 kilogr. par centimètre carré, mais encore sous des pressions ne dépassant pas 1 kilogr. Il y avait donc lieu, par suite, d'admettre, *a fortiori*, l'efficacité du dispositif sur les pressions élevées, à la condition que le tampon et le siège d'appui fussent capables de résister aux chocs et aux pressions résultant du fonctionnement normal.

Les essais de la Commission ont porté sur des tampons de 0^{m}27 de diamètre, constitués par des rondelles de cuir et de bois simplement clouées les unes contre les autres. Le siège d'appui était formé par une plaque métallique de grande résistance. Quant à la densité de chargement, elle était de $^1/_{100}$ et la détonation était produite par des amorces au fulminate.

Il y avait lieu de se demander si, malgré les prévisions favorables tirées du principe de similitude, des tampons de grandes dimensions présenteraient le même mode de fonctionnement que les modèles, d'échelle 5 ou 6 fois moindre, expérimentés avec succès par la Commission. D'autre part, était-il possible de constituer, avec des matériaux usuels, un siège d'appui de résistance suffisante pour arrêter le tampon et assurer une obturation qui, même imparfaite, suffît à transformer d'une façon absolue les effets de l'explosion?

L'expérience n° 1, de Blanzy, a pour but de fournir la réponse à cette double question. Elle a consisté à faire détoner 500 kilogr. de dynamite dans une dynamitière munie du dispositif d'obturation étudié par la Commission.

Disposition générale de l'expérience n° 1. — La dynamitière a été constituée par une galerie horizontale en forme de **T** (fig. 1) creusée dans

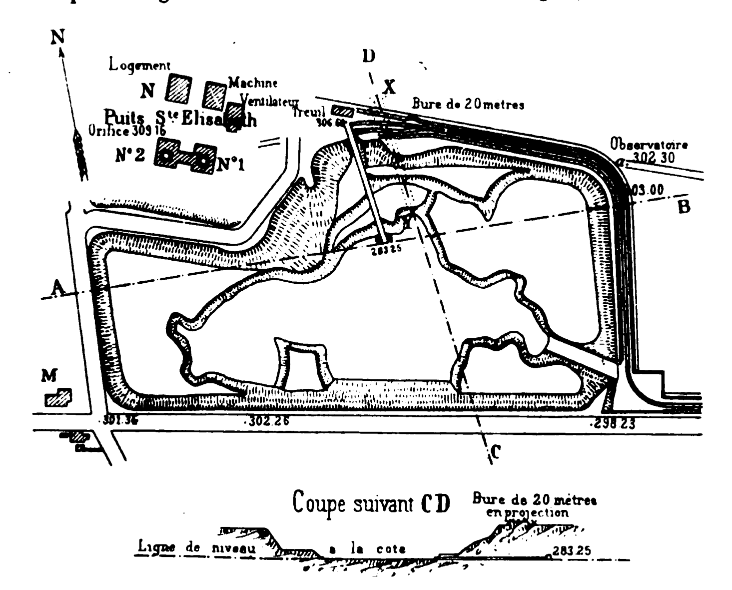


Fig. 1. — Disposition générale de l'installation dans la carrière Sainte-Élisabeth.

les escarpements d'une carrière à ciel ouvert, dite *carrière Sainte-Élisabeth*, située dans les terrains de la Compagnie de Blanzy.

La galerie d'accès débouche au fond de la carrière et s'enfonce dans des couches de schistes, de grès schisteux et de charbon, dont l'inclinaison et l'alternance sont indiquées dans la coupe spéciale (fig. 2). A 50 mètres environ, à partir du front d'attaque, on a trouvé des schistes fermes susceptibles de servir de point d'appui au dispositif d'obturation. A partir de ce point, la ligne de moindre résistance des terrains dans toutes les directions est supérieure à 20 mètres, et c'est là que commence la construction de la dynamitière proprement dite.

Le logement du tampon et le siège d'appui sont formés par un massif de béton coulé dans une excavation pratiquée dans la galerie

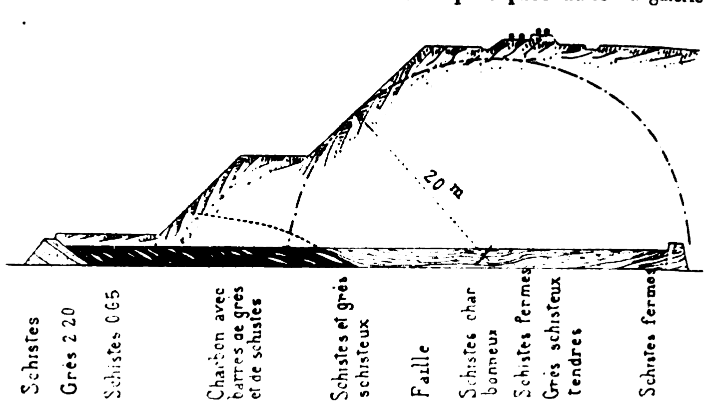


Fig. 2. — Coupe de la galerie prise au fond de la carrière.

d'accès. Ce béton, exécuté par M. Candlot, a été dosé à 1 volume de ciment pour 1 de sable et 2 de cailloux.

Les figures 3 et 4 représentent les coupes en long et en travers du massif. On voit qu'il est traversé, suivant son axe, par la galerie d'accès qui a normalement 1^{m}50 de diamètre, mais qui est brusquement rétrécie à 1 mètre dans sa partie moyenne, de façon à former le siège du tampon. Au droit de la partie retrécie, le béton est renforcé par une ossature métallique noyée dans la masse et destinée à

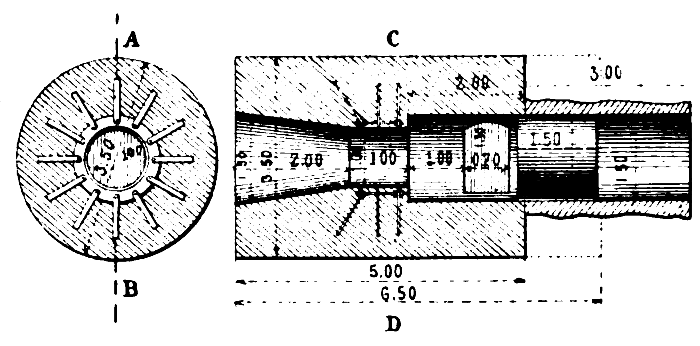


Fig. 3 et 4. — Coupes transversale et longitudinale du massif de béton renfermant le dispositif obturateur.

prévenir l'arrachement du siège sous la violence du choc du tampon. Le volume de ce massif est de 40 mètres cubes.

A l'arrière, la galerie rétrécie reprend peu à peu le diamètre de 1^{m}50, tandis qu'à l'avant le logement du tampon se prolonge sur 3 mètres par une galerie circulaire de même diamètre destinée à recevoir le tampon dans sa partie normale et à le guider sur son siège au moment de l'explosion.

Le tampon est constitué par un bloc cylindrique de 1^{m}50 de diamètre sur 1^{m}50 de longueur. Il est formé, sur les deux tiers de sa longueur, par des feuilles de *carton-cuir* de 3 millimètres d'épaisseur clouées les unes sur les autres. L'autre tiers, situé du côté du siège, est constitué par des panneaux circulaires de bois tendre de peuplier, de 30 millimètres d'épaisseur, superposés et cloués ensemble.

Cette constitution mixte du tampon, expérimentée avec succès dans les expériences réduites de la Commission, a paru propre à atténuer la violence du choc sur le siège, en raison de la plasticité considérable des bois, alors que la rigidité du cylindre arrière en carton garantit contre l'expulsion du système par l'orifice rétrécie du siège.

Le tampon était donc établi à demeure dans une galerie à parois lisses et étanches qu'il obturait complètement; il avait à se déplacer de 1^{m}88 suivant l'axe de cette galerie pour venir s'appuyer contre son siège.

La communication, de part et d'autre du tampon, a été établie par une galerie de dérivation doublement coudée en vilebrequin (fig. 5) de 1^{m}70 de hauteur sur 1^{m}70 de largeur. Cette galerie, simplement boisée, contourne, à angle vif, une sorte de pilier rectangulaire de 4 mètres de côté. L'un des troncons, CD, a été prolongé en cul-de-sac, de manière à accroître, suivant un mécanisme mis en évidence par les expériences de la Commission, les pertes de charges résultant de l'écoulement des gaz dans les tronçons successifs. Cette galerie de dérivation débouche dans la partie du massif affecté au logement du tampon par une sorte de porte que l'on voit sur la figure 4 et qui, démasquée par le tampon dans sa position normale avant l'explosion, se trouve obturée dès que celui-ci est projeté sur son siège.

La dynamitière proprement dite était formée par une galerie per-

pendiculaire à la galerie d'accès (fig. 5) ; elle avait 10 mètres de longueur sur 2 de hauteur et 2m 50 de largeur.

La charge de 500 kilogr. était disposée suivant l'axe et formée de caisses de dynamite n° 1, à 75 % de nytroglycérine, placées bout à bout de façon à réaliser la densité de chargement de $^1/_{100}$. Cette densité s'abaisse d'ailleurs à $^1/_{200}$ si l'on tient compte du volume de la galerie d'accès jusqu'au tampon et de celui de la galerie de dérivation.

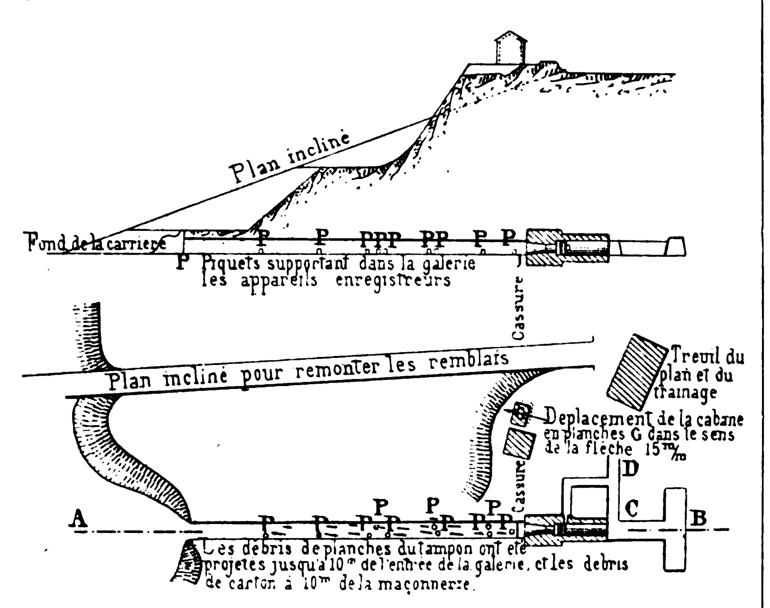


Fig. 5. — Galerie où a eu lieu l'expérience n° 1.

Dans ces conditions la pression due à la répartition uniforme des produits de l'explosion n'était que de 50 kilog. par centimètre carré.

Pour assurer la détonation simultanée de toutes les parties de la charge, les caisses de dynamite ont été reliées deux à deux, après dévissage des couvercles, par des fragments de cordeau détonant munis à chaque extrémité d'amorces à 1gr 5 de fulminate pénétrant dans la dynamite. La caisse centrale était munie d'un double dispositif de mise de feu : un premier électrique et un second constitué par un cordeau détonant et ne devant servir qu'en cas d'un raté du premier.

Divers appareils enregistreurs avaient été disposés dans la galerie d'accès pour obtenir quelques données sur la valeur des pressions produites par les fuites gazeuses subsistant malgré l'obturation ou par l'onde comprimée résultant du déplacement du tampon. D'autre part, pour étudier l'étendue de la zone dans laquelle s'exercent les compressions latérales, la Compagnie Blanzy avait fait forer un puits vertical allant de la surface au niveau de la chambre d'explosion et distant horizontalement de cette chambre de 15 mètres (fig. 1).

Exécution de l'expérience n° 1. — Un abri en charpente avait été ménagé en *a* (fig. 1) pour observer l'orifice de la galerie d'accès et la région du sol située au-dessus de la chambre d'explosion. La mise de feu, produite électriquement depuis le poste d'observation, a donné lieu à un bruit sourd accompagné d'un léger tremblement du sol. Aucune projection ne s'est échappée de la galerie et un wagonet placé à l'entrée n'a même subi aucun déplacement. Au-dessus de la chambre d'explosion on a remarqué un faible tressaillement du sol avec un léger soulèvement d'une pièce de bois reposant sur la terre à cet endroit. Au bout de quelques secondes, une fumée jaunâtre peu épaisse s'est dégagée de l'orifice de la galerie, sans vitesse appréciable. Une cabane en planches de 2 mètres de côté, représentée en *g* sur la figure 5, a été déplacée de 15 millimètres, mais le puits foré à 15 mètres de la chambre d'explosion n'a subi aucune déformation.

La ventilation de la galerie d'accès a été rapidement obtenue jusqu'au tampon par un ventilateur à bras et l'on a pu constater alors que les cadres de soutènement de la galerie n'avaient pas été déplacés. Le massif de béton a été trouvé intact; toutefois certains indices semblent indiquer qu'il a subi un léger recul. L'égrènement du béton n'a commencé que dans le voisinage immédiat du siège dans la partie où le tampon s'est moulé avec violence, tandis que la partie centrale des lits de bois et des premiers lits de carton était arrachée par inertie et projetée à quelques mètres dans la galerie. Les positions de ces débris sont représentées sur la figure 5.

Les déformations constatées dans le tampon présentent une analogie frappante avec celles obtenues avec les tampons à petite échelle antérieurement expérimentés par la Commission et permettent de conclure à l'identité de fonctionnement. Les parois de l'orifice rétréci du siège n'ont montré ni érosions, ni traces de fuites gazeuses.

Les appareils enregistreurs placés dans la galerie d'accès, à quelques mètres en avant du massif de béton, ont permis de conclure au passage des surpressions de 2 à 3 kilogr. par centimètre carré. Ces pressions, de très courte durée, n'ont produit aucun effet mécanique d'entraînement sur les matériaux de la galerie, parce qu'il n'y a pas eu régime d'écoulement gazeux, mais simple propagation d'une onde comprimée par le déplacement brusque du tampon.

En résumé, l'expérience n° 1, rapprochée des nombreux essais qui l'ont préparée, établit qu'il est possible d'isoler entièrement, au point de vue des effets d'explosion, par un dispositif d'obturation automatique, une dynamitière souterraine des travaux avec lesquels elle est en communication.

En pratique, l'application du système soulève quelques objections concernant :

1° Les manipulations et le transport des explosifs dans la partie rétrécie de la galerie d'accès ;

2° L'aération de la dynamitière ;

3° Les moyens d'assurer la conservation et le remplacement du tampon obturateur et la conservation du gabarit de la chambre dans laquelle il doit se mouvoir.

La Commission examine ces objections dans son rapport et montre qu'il est facile de leur donner satisfaction.

Conclusion. — La Commission estime que le type de dynamitière expérimenté à Blanzy présente des garanties suffisantes pour être admis dans la pratique industrielle, surtout si l'on rapproche de la faible probabilité d'un fonctionnement défectueux de l'obturation, la probabilité minime de l'explosion de la dynamitière. Elle est d'avis que ce même dispositif est applicable, sans modification, à des dynamitières de capacité supérieure à 500 kilogr., à la seule condition de de faire varier proportionnellement à la charge le volume de la galerie affectée au dépôt de l'explosif et celui de la chambre de détente comprise entre le siège du tampon et la dynamitière proprement dite.

Dynamitières superficielles. — Les expériences nos 2 et 3 avaient pour but de fournir des indications sur la nature des effets extérieurs produits par l'explosion des dynamitières enterrées à de faibles profondeurs et sans communication avec les travaux. Ces expériences ont eu lieu dans le voisinage d'une carrière à ciel ouvert, dite *carrière Saint-François.*

Expérience n° 2. — Cette expérience concerne l'explosion d'une dynamitière renfermant 200 kilogr. de dynamite à 75 % de nitroglycérine, enterrée à 5 mètres au-dessous du sol dans un terrain de sable. La dynamitière était formée par une galerie boisée *a* (fig. 6) de 10 mètres de longueur sur 4 mètres de section, communiquant librement avec l'extérieur par une autre galerie qui lui était perpendiculaire et avait 23 mètres de longueur sur 2m² 25 de section. Cette

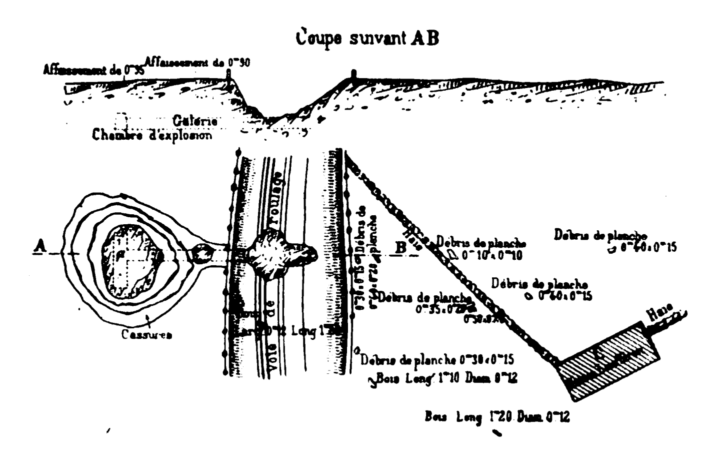


Fig. 6. — Galerie de la carrière Sainte-Élisabeth après l'expérience n° 2.

galerie d'accès débouchait dans une tranchée profonde de 7 à 8 mètres, descendant au fond de la carrière Saint-François. De l'autre côté de la tranchée, dans le talus opposé à l'orifice de la galerie, on avait ménagé une sorte de cul-de-sac, de 8 à 9 mètres de profondeur et 6 mètres carrés de section destiné à recevoir et à fixer les matériaux projetés par l'orifice de la dynamitière.

La charge a été déposée dans la branche *a* (fig. 6) de la dynamitière où elle a réalisé une densité de chargement de $^1/_{50}$, mais, rapportée au volume total de la chambre d'explosion, cette densité n'était pas supérieure à $^1/_{200}$.

L'explosion a été obtenue comme dans l'expérience n° 1. Elle a produit un bruit sourd qui a été entendu au moins à 4 kilomètres; un nuage de fumée est sorti par la galerie d'accès et il y a eu projection, au-dessus de la tranchée, de deux morceaux de bois et de nombreux morceaux de planche provenant du boisage de cette galerie. Au-dessus de la chambre d'explosion il y a un soulèvement du sol à une hauteur évaluée à 0m 80, sans projection ni fuites gazeuses. La galerie située de l'autre côté de la tranchée, et sur laquelle il n'y avait que

$1^{m}50$ de terre, a été complètement bouleversée par les projections. Un des bois est venu butter contre un rail de la voie qui suivait la tranchée et le choc a produit une déformation s'étendant sur $0^{m}60$ de longueur avec $0^{m}25$ de flèche. La figure 6 montre les cassures et les affaissements du terrain au-dessous de la chambre d'explosion, ainsi que les points où sont tombés les débris projetés par la galerie d'accès.

On voit que la totalité des produits de l'explosion s'est écoulée par cette galerie. L'ébranlement propagé à l'extérieur a été insignifiant, et la maison C (fig. 6) n'a subi aucune dégradation, bien qu'elle fût presque en face et à 50 mètres seulement de l'orifice de la galerie. Cette expérience montre donc que les effets de chasse gazeuse et de projection par l'orifice d'une dynamitière peuvent être localisés et rendus peu redoutables pour le voisinage immédiat, par l'emploi des dispositions simples mentionnées plus haut, savoir : débouché de la galerie d'accès en tranchée et fixation des matériaux projetés dans une chambre réceptrice.

Expérience n° 3. — Cette expérience est relative à l'explosion d'une dynamitière enterrée de 2 mètres dont la charge avait été réduite à 50 kilogr. par une mesure de précaution qui s'est trouvée excessive.

Cette dynamitière était formée d'une petite galerie, voûtée en briques, dans laquelle la charge se trouvait placée à la densité de $^{1}/_{100}$. L'orifice de la dynamitière était remblayé de façon à porter à leur maximum les effets de la projection verticale des terres et des matériaux de la construction.

L'explosion a été produite au moyen d'un cordeau détonant. Le bruit de la détonation a été très sourd et la hauteur de la gerbe soulevée a été évaluée à 34 mètres. Les projections de terre ont couvert un cercle de 45 mètres de rayon mais les débris de briques ne sont pas sortis d'un rayon de 25 mètres. L'entonnoir produit avait 4 mètres de profondeur et un rayon moyen de 9 mètres.

Conclusions. — Les résultats des expériences nos 2 et 3 ne sauraient conduire à des règles précises sur les conditions d'établissement des dynamitières superficielles, mais ils tendent à montrer qu'il est possible de réaliser, d'une façon simple, des dépôts de dynamite présentant une sécurité, pour le voisinage, très supérieure à celle qui résulte des dispositions admises pour les dynamitières à l'air libre du type actuel, entourées de levées de terre s'élevant jusqu'à la hauteur du faîtage.

Influence de la densité de chargement et de l'allongement de la charge. — Les expériences entreprises par la Commission sous les formes les plus diverses l'ont conduite à cette conclusion que les effets extérieurs, produits par une charge explosive donnée, étaient indépendants de la densité de chargement réalisée dans la dynamitière, l'épaisseur de terre recouvrant la charge restant constante dans tous les cas. Elle est donc d'avis qu'il n'y a pas lieu de fixer, dans l'installation des dynamitières superficielles, un rapport, entre la capacité de la dynamitière et la charge, supérieur à celui que nécessite la facilité des manipulations.

Il résulte des essais de la Commission que les effets extérieurs d'une charge allongée, de valeur constante par mètre courant, croissent avec la longueur de la charge, mais que les effets transversaux deviennent constants à partir du moment où la longueur de la charge atteint trois ou quatre fois la longueur de la ligne de moindre résistance.

Si une charge condensée fournit, à une profondeur donnée, l'entonnoir normal, la même charge à la même profondeur, allongée sur une longueur égale à cinq fois la ligne de moindre résistance, ne donne plus que des effets extérieurs très atténués et voisins de ceux du camouflet.

Dans un grand nombre de cas, la suppression presque complète des effets extérieurs pourra être considérée comme une sujétion excessive, eu égard à la probabilité très faible d'accidents et aux dangers peu graves résultant des projections dès que la couche soulevée atteint une épaisseur notable. La Commission estime qu'aucune règle générale ne saurait être formulée à ce sujet et que, dans chaque cas particulier, l'atténuation des effets extérieurs devra être fixée d'après l'examen des dispositions locales.

A. D.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

MESURES PROPRES A AUGMENTER LA SÉCURITÉ
dans l'emploi des chaudières à petits éléments.

Le grand avantage des chaudières à petits éléments, ou chaudières *multitubulaires*, pour parler le langage de la statistique officielle des accidents occasionnés par les appareils à vapeur, avantage auquel ces générateurs doivent fort justement l'essor qu'ils ont pris dans ces dernières années, est d'exclure d'une manière presque absolue l'éventualité des accidents à grands effets dynamiques. Un accident de cette catégorie ne pourrait résulter que de l'explosion d'un des gros éléments, tels que les réservoirs supérieurs, qui entrent parfois dans la constitution de ces chaudières; mais ces gros éléments, souvent placés hors du contact des gaz du foyer, ne constituent jamais la partie la plus active de la surface de chauffe, et il est toujours possible de les disposer de manière que la surveillance et l'entretien en soient faciles. Le plus souvent, quand un tube bouilleur ou surchauffeur vient à s'ouvrir, ou lorsqu'un bouchon se détache, tout se borne au déversement d'un flux de vapeur, mêlé de plus ou moins d'eau chaude et parfois de gaz du foyer.

Mais ce simple jet de fluides chauds peut être meurtrier pour les chauffeurs, sur lesquels il souffle. D'un autre côté, par leur nature même, les chaudières dont nous parlons ont un moindre volume d'eau, une plus grande facilité d'obstruction, une circulation plus délicate, des joints plus nombreux que la plupart des chaudières à grands corps, et cela constitue tout autant de chances d'accidents secondaires. Il ne faudrait pas que l'avantage primordial, que nous avons signalé, fût acheté au prix de nombreux accidents de détail. Or, c'est précisément ce qui semble se produire en pratique, si nous en croyons la statistique officielle à laquelle nous avons fait allusion.

Effectivement, sur les 50 accidents survenus en France et en Algérie, pendant les années 1891 et 1892, et qui ont fait 26 morts et 23 blessés (avec incapacité de travail de plus de 20 jours), 13 accidents (4 morts et 4 blessés) sont imputables aux chaudières à petits éléments. C'est une proportion de 26 % pour le nombre des accidents, et de 16,3 % pour le nombre des victimes. C'est énorme, si on songe que les chaudières multitubulaires (en faisant abstraction de celles des chemins de fer et des bateaux) n'entrent que pour 3,3 % dans la proportion des chaudières installées à demeure sur les territoires français et algérien. Le fait ne semble d'ailleurs pas isolé. Pendant les années 1888 à 1890, la proportion avait dépassé 18 %, tant pour le nombre des accidents que pour celui des victimes. Hors de France, il paraît en avoir été de même à des degrés divers, ainsi que l'a indiqué, pour l'Allemagne et la Belgique, M. Vinçotte, au quatorzième Congrès des Ingénieurs en chef des associations de propriétaires d'appareils à vapeur, tenu à Marseille en 1890.

Cette situation a frappé un de nos Ingénieurs des Mines les plus distingués, M. C. Walckenaër, qui la déclare, à bon droit, inacceptable, et qui a indiqué, dans une note récente (1), certains moyens propres à diminuer la fréquence des accidents, ou à rendre leurs conséquences inoffensives pour les chauffeurs.

Afin de déterminer les premiers, M. Walckenaër a commencé par étudier les principales causes d'accidents jusqu'ici observées. A cet effet, reprenant un classement donné, en 1893, à la Société des Ingénieurs civils, par M. Compère, Ingénieur en chef de l'Association parisienne des Propriétaires d'appareils à vapeur, il l'a complété par l'addition des données relatives aux années 1892 et 1893, qui n'étaient pas comprises dans ce classement, et il a obtenu le tableau suivant :

				Victimes	
		Accidents	Tués	Blessés	Totaux
Déchirures de tubes. Tubes vaporiseurs.	Manque d'eau. Par défaut d'alimentation	11	4	16	20
	Manque d'eau. Par obstruction.	7	2	2	4
	Cas divers.	5	2	2	4
Déchirures de tubes.	Tube de raccordement. Corrosions extérieures. . .	1	»	1	1
Déchirures de tubes. Tubes surchauffeurs.	Chaudières où le haut du faisceau tubulaire n'est pas rafraîchi intérieurement.	6	3	7	10
	Corrosions extérieures	1	1	»	1
Projection de bouchons ou de boîtes de connexion (dans 5 cas, on serrait en marche)		11	11	14	25
Mauvais montage de chaudière		1	3	»	3
	Totaux.	43	26	42	68

Passant en revue les principales causes consignées dans ce tableau, M. Walckenaër remarque, à propos de l'éventualité des coups de feu par défaut d'alimentation, que la petite quantité de liquide, contenue dans les générateurs dont il s'agit, rend plus strict le devoir de se prémunir contre cette cause d'accident. Encore certains générateurs à petits éléments, dont le faisceau vaporisateur est surmonté d'un réservoir, sont-ils relativement faciles à conduire. Dans ceux qui n'en ont pas, il faut surveiller d'une façon toute particulière la construction et le fonctionnement des appareils d'alimentation. Et M. Walckenaër rappelle, en les approuvant, les règles données à ce sujet par M. Compère :

« Bien vérifier la marche des appareils d'alimentation, pompes, petits chevaux, injecteurs, ...;

» Ne jamais fermer, en marche, autant que possible, dans les générateurs Belleville, le robinet gradué d'alimentation ;

» Ne pas employer le même petit cheval pour alimenter à la fois un générateur multitubulaire à haute pression et un générateur à pression moindre. »

Pour atténuer autant que possible les obstructions, le constructeur doit s'attacher à rendre la circulation simple et facile, éviter les parties trop rétrécies, rendre aisés la visite et le nettoyage de toutes les par-

(1) *Annales des Ponts et Chaussées*, avril 1895.

ties du générateur. L'usager doit éviter le plus possible les causes d'entartrement et d'embouage, faire des nettoyages complets et fréquents.

L'auteur met aussi en garde contre les insuffisances de circulation, résultant d'une vaporisation trop active. On comprend, en effet, que si l'on pousse trop une chaudière, le renouvellement de l'eau dans les parties actives de la surface de chauffe ne soit plus suffisamment assuré par le système circulatoire de l'appareil, et qu'un coup de feu s'ensuive. Il faut donc conduire le feu avec une certaine modération. C'est probablement à l'oubli de cette règle qu'il faut attribuer les nombreux accidents survenus, dans ces dernières années, à Paris, avec des chaudières tubulaires neuves, auxquelles on a imposé, pour alimenter les usines d'éclairage électrique, un service trop dur.

Les ouvertures de tubes surchauffeurs ont été le plus généralement dues, comme le remarque M. Compère, « à ce que le faisceau tubulaire n'était pas noyé complètement » ; en effet, dans ces chaudières, les tubes supérieurs, qui ne contenaient que de la vapeur, n'étaient pas rafraîchis par une circulation active, comme cela a lieu dans la chaudière Belleville, la seule dont l'élément forme serpentin et dans laquelle une bulle de vapeur, produite à l'intérieur de l'un des tubes, est obligée de parcourir tous ceux qui se trouvent au-dessus pour se dégager. Ces ruptures de tubes surchauffeurs montrent donc la nécessité, dans les chaudières multitubulaires autres que les générateurs Belleville, de reporter le niveau de l'eau dans les corps supérieurs.

Les projections de bouchons peuvent être radicalement supprimées par l'emploi des fermetures autoclaves; elles seront en partie évitées par les chauffeurs, qui s'astreindront à ne pas resserrer les joints en marche et à ne pas agir sur les écrous de serrage avec des clefs de trop grande longueur.

Nous arrivons maintenant aux mesures propres à rendre inoffensifs, pour les chauffeurs, les accidents dont on ne peut annuler le nombre. Les jets de fluides chauds, avons-nous dit, causent à ceux qu'ils atteignent des brûlures presque toujours graves et souvent mortelles. Il faut donc en préserver les chauffeurs. Or, avec les dispositions actuelles de presque toutes les chaudières, multitubulaires ou non, ils y sont particulièrement exposés : car, sur la chaufferie s'ouvrent les portes du foyer, souvent dépourvues de loquets, les ouvertures du cendrier, généralement béantes, les boîtes à tubes, imparfaitement loquetées, qui offrent autant d'issues faciles aux fluides chauds s'échappant de la chaudière. La première chose à faire est donc de barrer ces issues.

Pour les fermetures du foyer, on pourrait en modifier radicalement les dispositions, en recourant à certains systèmes spéciaux, à combustion méthodique ou autre, que la pratique n'a pas encore consacrés, à cause de leur complication. En attendant qu'elle l'ait fait, on peut les munir d'un mode d'attache solide, d'un verrou par exemple. On peut aussi, comme l'ont fait M. Wable pour les locomotives (dans un système appliqué sur le réseau de l'Ouest), MM. Babcock et Wilcox pour quelques chaudières fonctionnant à Paris, MM. Delaunay-Belleville et Cie, pour les générateurs de leur système, employer des portes s'ouvrant vers l'intérieur du foyer et que les bouffées de gaz et vapeurs ne font qu'appliquer sur leur cadre.

Les ouvertures des cendriers, elles, peuvent être solidement barricadées sur le devant, en ménageant simplement, pour le tirage des cendres, une ouverture qui, habituellement, serait solidement fermée ; l'air serait introduit par un carneau latéral ou inférieur. On peut aussi, comme le proposent MM. Delaunay-Belleville, les laisser subsister, mais en les obturant à l'aide d'une porte, tendant à se fermer sous l'influence de la moindre pression venant de l'intérieur.

En ce qui touche les portes de boîtes à tubes, on peut aisément assurer leur fermeture par une pièce robuste, dont la mise en place soit facile à surveiller : telle, une barre transversale venant s'appliquer contre une porte déjà fermée par une crémone. Il en est de même des ouvertures de ramonage ou autres. Il faut aussi s'interdire d'ouvrir toutes ces portes, pendant le fonctionnement de la chaudière.

Mais il ne suffit pas d'empêcher la sortie des jets de vapeur par des orifices, qui les conduiraient presque fatalement sur le chauffeur, il faut encore, sous peine de s'exposer à l'éclatement du fourneau lui-même, leur ménager par ailleurs une sortie facile. La place des *parois faibles* sera, dans chaque cas, déterminée par l'étude des circonstances locales.

Enfin, pour le cas où, malgré toutes les précautions, un jet de fluides chauds envahirait la chaufferie, il faut munir celle-ci de baies lui assurant une large aération. Il faut aussi la disposer de manière que le chauffeur, surpris par un flux provenant d'un générateur quelconque de la batterie, puisse sortir de la chaufferie sans traverser ce flux.

Nous souhaitons que ces sages prescriptions, qui ne sont pas toutes spéciales aux chaudières à petits éléments, soient à l'avenir ponctuellement suivies. En les mettant si parfaitement en relief, M. Walckenaër a fait œuvre utile, dont il convient de lui savoir gré.

Gérard Lavergne,
Ingénieur civil des Mines,
Ancien Élève de l'École Polytechnique.

DÉTERMINATION DE LA QUANTITÉ D'EAU CONTENUE dans la vapeur (1).

L'eau qui se trouve mélangée à la vapeur peut avoir trois origines différentes :

1° Elle peut avoir été projetée dans la chambre de vapeur pendant l'ébullition et entraînée de là dans le courant de vapeur. La proportion ainsi entraînée dépendra : de l'activité de l'ébullition, de la surface de dégagement du liquide, du volume de la chambre de vapeur, de l'emplacement occupé par la prise de vapeur, de la densité du fluide, et surtout de la qualité de l'eau ou de la tendance plus ou moins grande qu'elle peut présenter à former une écume visqueuse.

M. Thornycroft a démontré, par des expériences, que les eaux qui donnent de fréquents entraînements produisent toutes, pendant leur ébullition, de l'écume et des bulles qui peuvent arriver à remplir la chambre de vapeur ;

2° Elle peut, en petite quantité, provenir de la détente à laquelle la vapeur est soumise pendant son trajet de la chaudière à la machine ;

3° Enfin, elle peut provenir d'une condensation partielle sur les parois de la chambre de vapeur et dans les tuyaux. La condensation étant sensiblement constante, quel que soit le débit de vapeur, la proportion d'eau entraînée ayant cette origine diminuera à mesure que le débit augmentera et inversement.

Détermination de la quantité d'eau contenue dans la vapeur. — 1° *Méthode par poids.* — Si on pèse un volume déterminé de vapeur, tout poids en excès de celui du même volume de vapeur saturée à la même pression, est dû à la présence d'eau entraînée. Cette méthode présente des difficultés pratiques qui en rendent l'application à peu près impossible.

2° *Méthode par séparation.* — On dépose, par un procédé mécanique, l'eau entraînée dans un appareil spécial que traverse le courant de vapeur. Comme le volume de vapeur est considérable, par rapport à celui du séparateur, cette méthode est peu rigoureuse.

M. Barrus a constaté cependant, à l'aide d'un calorimètre à surchauffe, la grande efficacité des séparateurs bien construits, qui ne laisseraient échapper qu'une petite quantité d'eau.

On doit à M. Carpenter, de Cornell University, un calorimètre à séparation, de petites dimensions, qui donne des résultats exacts et dont l'usage est commode. Soient x le degré de siccité de la vapeur, w le poids d'eau retenu dans le séparateur et W le poids de vapeur condensée ; on a :

$$x = \frac{W}{W + w}.$$

3° *Méthode par condensation.* — Condensons un poids connu de vapeur et déduisons sa chaleur totale de l'élévation de température de l'eau réfrigérante. On pourra déterminer le degré d'humidité de la vapeur en comparant la chaleur totale d'un poids donné de la vapeur prise comme spécimen au poids équivalent de vapeur saturée sèche d'après les Tables de Regnault. Cette méthode fut d'abord proposée par Hirn.

Soient x le degré de siccité de la vapeur, w l'accroissement de poids du condenseur pendant l'expérience. Le condenseur a reçu un poids xw de vapeur sèche et de $(1 - x)w$ d'eau à la température de la vapeur. Soit W le poids initial de l'eau dans le condenseur, puis celui du condenseur lui-même ; soient t la température de la vapeur, i et f les températures initiale et finale de l'eau condensée : on a :

$$x = \frac{W(f - i) - w(i - f)}{w(1\,116 - 0,71t)}.$$

(Les coefficients correspondent aux mesures anglaises).

Pour obtenir un résultat suffisamment exact, les températures doivent être lues à $^1/_{20}$ de degré près et les poids déterminés avec toute l'approximation possible.

M. Willans a fait, avec cette méthode, des expériences très rigoureuses et sur une très grande échelle pour diminuer les causes d'erreur. Le condenseur, avec l'eau, pesait trois tonnes.

Cette méthode est théoriquement parfaite, mais elle est, en pratique, difficile à appliquer et à mener à bien avec certitude.

4° *Méthode par condensation continue.* — Dans cette méthode, due à M. Barrus, les courants de vapeur et d'eau réfrigérante sont continus et le condenseur conserve une température constante. L'eau provient d'un réservoir taré ; après condensation de la vapeur, elle s'écoule dans un autre réservoir également pesé. On note la température dans deux bâches. La différence entre le poids des deux bâches, après un temps donné, représente le poids d'eau condensé.

Cette méthode est d'un usage peu pratique à cause de l'importance des installations qu'elle exige.

(1) D'après une communication de M. Cawthorne Unwin à la Société des *Mechanical Engineers*, de Londres.

5° *Méthode par surchauffe.* — La vapeur traverse une chambre chauffée extérieurement par de la vapeur surchauffée. On calcule la quantité de chaleur nécessaire pour opérer le séchage intégral de la vapeur dont on se propose de déterminer le degré de siccité.

6° *Méthode par laminage.* — M. Peabo a proposé une méthode qui consiste à dessécher et même à légèrement surchauffer la vapeur par son laminage. La vapeur s'échappe d'une chambre A dans une chambre B par une très petite ouverture de 1mm6 de diamètre. La pression dans la chambre B ne dépasse pas la pression atmosphérique. On note la température dans ces deux chambres et on prolonge l'écoulement jusqu'à ce que les deux températures t_1 et t_2 soient sensiblement constantes. Soit t_3 la température de la vapeur saturée correspondant à la pression régnant dans la chambre B. La vapeur contenue dans cette dernière est surchauffée par laminage de $t_2 t_3$. Soient h_1 et L_1 la chaleur totale de l'eau et la chaleur latente de la vapeur à t_1, et h_3, L_3 les mêmes chaleurs pour une température t_3. Prenant la chaleur spécifique de la vapeur égale à 0,48 et celle de l'eau à l'unité, le degré de siccité de la vapeur x sera :

$$x = \frac{t_3 - t_1 + L_3 + 0{,}48\,(t_2 - t_3)}{L_1}.$$

Il n'y a aucune pesée à faire.

Cette méthode ne peut être utilisée si l'humidité de la vapeur dépasse les valeurs ci-dessous :

Pression initiale absolue.	Eau °/o.
2,10	0,80
4,75	2,44
9,60	4,22
17,70	6,13

7° *Méthode par séparation et par laminage.* — On ajoute aux appareils ci-dessus un séparateur où la vapeur abandonne la majeure partie de son eau. On mesure donc l'eau entraînée par les deux méthodes précédentes.

On élève ainsi la limite au-dessus de laquelle le calorimètre à laminage ne donne plus de résultats corrects, mais l'emploi de l'instrument est plus difficile, car il faut déterminer le poids de vapeur passant dans l'unité de temps; à cet effet, on ajoute généralement un condenseur.

8° *Seconde méthode par surchauffe.* — M. W. R. Commins a proposé une autre méthode. On remplit de la vapeur à essayer un récipient que l'on chauffe à l'aide d'une chemise de vapeur. On observe l'accroissement de pression à l'intérieur de ce récipient. Tant que la vapeur est humide la pression s'élève avec la température, suivant les lois de la vapeur saturée. L'élévation de la pression se ralentit beaucoup dès que la vapeur est sèche. On note la température t_2 à laquelle s'est produit ce phénomène. Soient t_1 la température initiale de la vapeur, v_1 et v_2 les volumes spécifiques de la vapeur saturée correspondant aux températures t_1 et t_2. Le degré de siccité x de la vapeur est :

$$x = \frac{v_2}{v_1}.$$

9° *Méthode chimique.* — On ajoute à l'eau de la chaudière un sel soluble, de manière à former une solution de concentration connue. On alimente ensuite avec de l'eau pure. Si la vapeur entraîne de l'eau, la concentration diminuera dans la chaudière. Cette méthode, inaugurée à Mulhouse en 1859, a donné naissance à divers procédés. Elle ne permet que le mesurage de l'eau entraînée et non de celle qui provient des autres causes.

Conclusion. — L'auteur pense que le calorimètre à laminage sans séparateur est le plus convenable et le plus exact quand la vapeur ne contient pas plus de 2 °/o d'eau. Au delà, on doit employer le calorimètre à séparateur et un condenseur pour évaluer la quantité de vapeur qui a traversé l'appareil.

J.

TRAVAUX PUBLICS

EMPLOI DE L'AIR COMPRIMÉ

dans la construction du réservoir de Jerôme Park, à New-York.

L'emploi de l'air comprimé pour la transmission de la force motrice vient de recevoir une intéressante application dans la construction du réservoir de Jerôme Park, destiné à l'alimentation d'eau de la ville de New-York.

Comme il s'agit ici de travaux qui coûteront environ 27 millions et dureront sept années, la méthode à employer pour la transmission de la force aux perforatrices, aux appareils de levage et aux pompes, a fait l'objet d'un examen très approfondi.

C'est après avoir comparé les avantages relatifs et l'économie des différents systèmes qu'il fut décidé qu'on aurait recours à l'air comprimé distribué dans tous les points du chantier à l'aide d'une canalisation partant d'une usine centrale demandant pour tout personnel un mécanicien et un chauffeur. Les conduites maîtresses resteront à demeure pendant toute la durée des travaux; les branchements seront déplacés et allongés suivant les progrès du travail.

L'emploi de cette méthode procure une économie considérable dans la combustion et la force dépensée. En effet, quand on a recours à la vapeur comme force motrice, ce qui est le cas général dans les travaux de ce genre, il est nécessaire d'avoir une chaudière indépendante pour chaque grue ou chaque groupe de deux grues; d'autres chaudières sont également nécessaires pour les perforatrices. Il en résulte une énorme consommation de charbon, d'abord parce que les chaudières employées dans ce cas ne sont généralement pas construites en vue d'une faible dépense de combustible, et ensuite parce que, pendant les heures des repas ou les arrêts des machines pour une cause quelconque, le charbon est dépensé en pure perte.

Il convient d'ajouter que les fuites aux joints et la condensation dans les longues canalisations sont une source importante de dépense et une cause fréquente de gêne dans le fonctionnement. Enfin, chaque chaudière exige son chauffeur spécial.

Le réservoir de Jerôme Park est constitué par des levées en terre renforcées à leur base par des murs de soutènement. La hauteur maximum de ces levées est de 12 mètres. La superficie du réservoir sera d'environ 120 hectares et sa capacité de 9 millions de mètres cubes. Pour sa construction il sera nécessaire de déblayer 3 millions de mètres cubes de terre et 2 millions et demi de mètres cubes de roche. Il faudra employer 120 000 mètres cubes de béton aggloméré ; 60 000 mètres cubes de briques et 90 000 mètres cubes de moellons. Les parements en maçonnerie de moellons atteindront 200 000 mètres carrés.

Fig. 1. — Plan du réservoir et de la canalisation d'air comprimé.

Les travaux sont poussés avec la plus grande activité; ils occupent 550 ouvriers, 8 locomotives à voie étroite, 2 terrassiers à vapeur, 18 grues Henderson ou derricks, 10 perforatrices et un grand nombre de wagons, tombereaux et attelages. Les dispositions adoptées pour l'air comprimé sont semblables à celles actuellement en usage dans les mines d'Anaconda, dans l'État de Montana et qui donnent d'excellents résultats.

Pour l'installation de l'usine on a utilisé un pavillon de la Société des courses de l'ancien hippodrome de Jerôme Park, après l'avoir transporté tout d'une pièce à l'endroit convenable.

L'air comprimé est fourni par une machine double, compound, du système Corliss, de la force de 600 chevaux, avec un cylindre compresseur en avant de chacun des cylindres.

Le volant de la machine mesure 7m60 de diamètre et pèse 22 tonnes. Il est calé sur un arbre de 350 millimètres de diamètre qui porte de chaque côté du volant un excentrique, et, à chaque extrémité, un plateau manivelle.

Les coussinets de l'arbre ont 350 millimètres de diamètre, et 650 millimètres de portée. Les cylindres, d'une longueur de 1 220 millimètres, ont respectivement 600 et 1 110 millimètres de diamètre. Les cylindres du compresseur ont également 1 220 millimètres de longueur et leur diamètre est de 615 millimètres.



Les cylindres sont distants de 2 mètres dans le sens longitudinal et de 4m 57 d'axe en axe dans le sens transversal.

Les parois des cylindres à air sont refroidies au moyen d'une enveloppe à circulation d'eau.

Des cylindres compresseurs l'air pénètre dans le récepteur qui est un réservoir cylindrique en tôle d'acier rivée, de 1m 70 de diamètre et 5m 50 de longueur, placé tout à côté du bâtiment des machines.

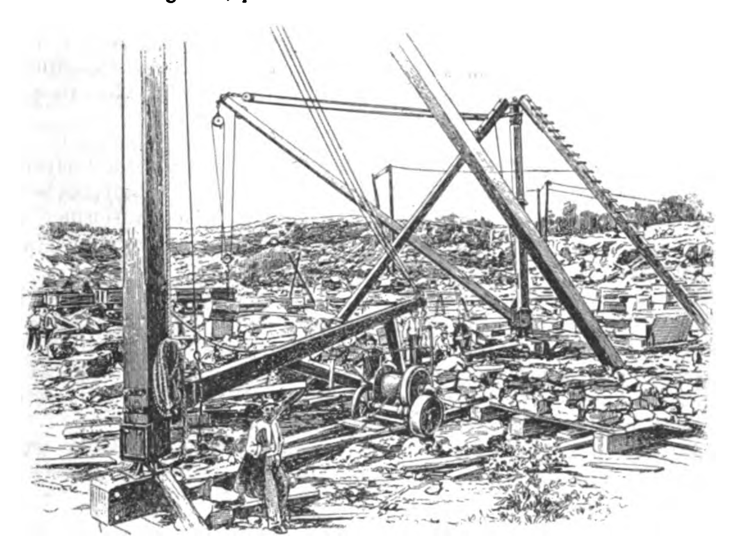


Fig. 2. — Treuil à air comprimé.

La machine est disposée pour marcher à condensation, mais jusqu'à ce jour, elle n'a pas fonctionné dans ces conditions et la bielle du condenseur est détachée, attendu qu'il n'y a pas, pour le moment, suffisamment d'eau pour la condensation ; il en résulte que la machine ne peut pas travailler d'une façon aussi avantageuse qu'elle pourrait le faire au point de vue de la consommation de combustible.

L'eau d'alimentation est prise dans un puits foré près du bâtiment des machines et on a bâti un réservoir pour l'eau de condensation.

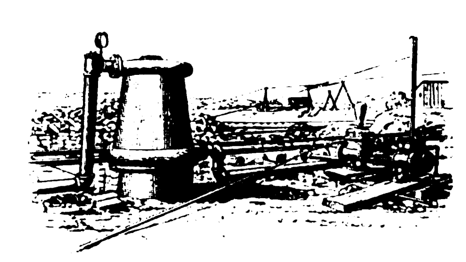


Fig. 3. — Réchauffeur et pompe.

La vapeur est fournie par une chaudière tubulaire unique à trois foyers. Un chauffeur et un mécanicien suffisent pour le service de l'usine motrice.

Cette installation, a été mise en marche au mois de mai dernier, sur le plan (fig. 1). Plus tard, quand l'état des travaux sera suffisamment avancé et nécessitera une plus grande quantité d'air comprimé, cette installation sera doublée.

La figure 1 représente le plan du chantier avec le contour des berges du réservoir. Il montre la disposition des tuyaux, des perforatrices, des appareils de levage, etc., telle qu'elle existe actuellement.

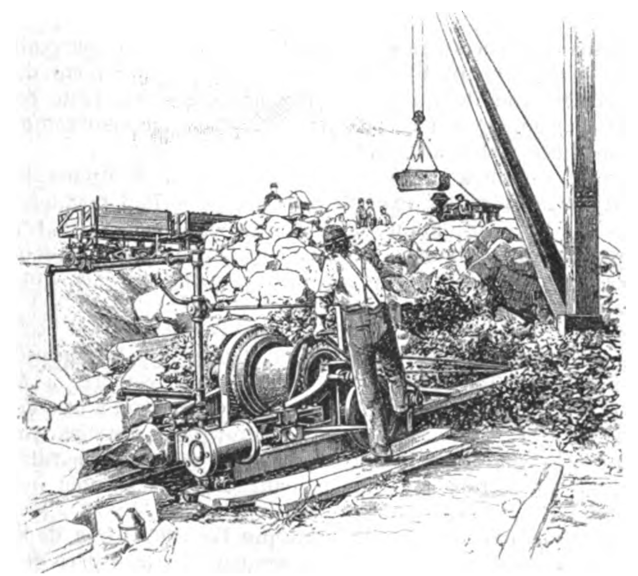


Fig. 4. — Treuil à air comprimé.

A partir du réservoir, une conduite de 0m 200 de diamètre s'étend sur une longueur de 500 mètres environ ; elle se subdivise en tuyaux de 100 millimètres, prolongés eux-mêmes par des tuyaux de 50 millimètres sur 700 mètres environ de longueur.

Les branchements des tuyaux des machines ont 35 millimètres de diamètre ; c'est la plus petite dimension employée. La longueur totalisée de la tuyauterie est maintenant de 1 900 mètres environ.

On a l'intention de poser plus tard une deuxième conduite de 200 millimètres dans la direction opposée à celle de la conduite actuelle.

Sur la ligne de tuyaux de 100 millimètres existe un réchauffeur constitué par un tronc de cône de 1m 05 de diamètre à sa base et 1m 35 de hauteur : au centre est le foyer, l'air pénètre par la partie supérieure et passe sur les parois chaudes, l'espace réservé à l'air augmente en même temps que celui-ci se dilate, de sorte que la vitesse et le frottement restent constants. L'emploi du réchauffeur donne, d'après l'*Engineering News* auquel nous empruntons une partie de ces renseignements, une augmentation de 33 °/o sur le travail que produirait le même volume d'air employé froid. Ce réchauffeur est représenté sur la fig. 3. La pression de l'air employé est de 5kg 200 au compresseur et de 4kg 900 aux outils.

Il y a en usage actuellement 10 perforatrices, 18 grues et 2 pompes. Les perforatrices sont du type Ingersoll Sergeant. Les grues ou derricks ont deux cylindres de 0m 18 et 0m 25 et double tambour.

Pour la construction des murs de soutènement, on a dressé une batterie de derricks actionnés chacun par un treuil (fig. 4), mais dont les guis sont manœuvrés à la main au moyen de câbles.

Les mâts et les guis ont un équarrissage de 35 × 35 ; la longueur des mâts est de 20 mètres et celle des guis de 19 mètres. Leur rayon de travail est de 36 mètres et chacun d'eux peut lever 10 tonnes.

Les pompes sont de petites pompes horizontales placées dans les tranchées des fondations des murs.

Les fig. 2 et 4 montrent le travail en voie d'exécution. Tous les derricks sont actionnés par l'air comprimé, ainsi que les perforatrices.

E. M.

ÉLECTRICITÉ

APPLICATION DES TRANSFORMATEURS-REDRESSEURS
dans l'exploitation des chemins de fer.

On est à peu près d'accord, aujourd'hui, pour admettre que les transports de force à grande distance doivent être effectués à l'aide de courants alternatifs, monophasés ou polyphasés. Or, dans certains cas on peut n'être pas libre sur le choix du générateur d'électricité et il peut se faire que l'énergie à transporter soit fournie par une dynamo à courant continu. Dans l'exploitation des chemins de fer, par exemple, on peut avoir à desservir par une même station, tant au point de vue de l'éclairage que de la force motrice, un certain nombre de points assez éloignés les uns des autres et dans lesquels l'installation d'une usine spéciale ne serait guère justifiée à cause du peu d'importance du courant et de la durée des opérations d'éclairage et de manutention.

D'autre part, l'intermittence des travaux que nécessite l'exploitation des chemins de fer oblige, pour ainsi dire, d'avoir recours à l'emploi d'accumulateurs emmagasinant l'énergie produite au moment où ces travaux sont interrompus, ou sensiblement réduits, afin que la marche de l'usine soit aussi régulière que possible et ne s'écarte pas trop de l'effort maximum. La charge des accumulateurs ne pouvant avoir lieu qu'avec un courant continu, on est conduit à adopter des génératrices fournissant ce courant, mais le transport de l'énergie à distance sous cette forme est coûteux et présente de graves inconvénients. Pour obtenir un courant continu de tension assez élevée pour qu'il soit possible de le conduire à grande distance sans trop de perte, il faut, à l'usine génératrice, immobiliser et spécialiser des machines à haute tension qui ne sont utilisées que pour le poste du service secondaire; ou bien, si on se sert des machines à basse tension de l'usine que l'on accouple en tension, on ne peut les faire travailler pour le poste du service secondaire qu'au moment où elles sont disponibles dans l'usine principale. D'ailleurs, l'expérience a démontré qu'il n'est guère pratique d'employer les courants continus aux transports de force au delà de 2 500 ou 3 000 volts. Dans ce cas, les conducteurs servant au transport atteignent un prix assez élevé et l'action destructive du courant continu à cette tension entraîne, en outre, des frais d'entretien considérables.

Dans ces conditions, le nombre de cas où le transport de force peut donner une solution économique et commode de l'éclairage et de la manutention, est assez restreint. Pour que cette solution pût se généraliser, il faudrait qu'à sa sortie d'une usine génératrice ordinaire à courant continu de basse tension, ce courant pût, à l'aide d'un appareil spécial pas trop coûteux et d'un bon rendement, être transformé en courant alternatif de très haute tension pouvant être, ainsi, transporté économiquement par un câble de faible section ; puis, à l'extrémité de ce câble, le courant alternatif devrait être retransformé en cou-

rant continu de basse tension avec un appareil transformateur analogue à celui placé à la sortie de l'usine génératrice.

Tel est le problème qui a été posé par M. A. Sartiaux, Ingénieur en chef de l'exploitation au chemin de fer du Nord, et qui a pu être résolu à l'aide de l'ingénieux appareil imaginé par MM. Hutin et Maurice Leblanc, appareil dont il a été déjà dit quelques mots dans le *Génie Civil* (1) et auquel on a donné le nom de *transformateur-redresseur*, et quelquefois celui assez bizarre de *panchahuteur*.

L'appareil dont il s'agit est destiné à transformer un courant continu de basse tension en courants alternatifs polyphasés de haute tension ou, inversement, de transformer des courants alternatifs polyphasés en courant continu. Il permet, à volonté : soit de partir du courant continu à basse tension pour le recueillir à l'arrivée, en localisant les courants alternatifs de haute tension dans la ligne, soit de partir, à l'usine, de courants alternatifs polyphasés à basse ou à haute tension qu'on transforme au lieu d'emploi en courants continus de basse tension, le transport étant dans tous les cas effectué à l'aide de courants alternatifs de haute tension. Quelle que soit, dans les limites ci-dessus, la nature ou la tension du courant produit à l'origine, on recueille toujours à l'arrivée du courant continu à basse tension qui peut être utilisé directement soit pour l'éclairage, soit pour actionner des moteurs, soit enfin pour charger des accumulateurs.

Le transformateur-redresseur permet donc de donner aux usines alimentées par un transport de force la fixité et la souplesse qui leur manquent et la Compagnie du chemin de fer du Nord s'est résolue à en faire, à frais communs avec la Société de la transmission de la force par l'électricité, l'expérience entre la Chapelle et Épinay. Nous allons signaler les principaux résultats fournis par ces expériences qui ont été commencées en 1894 et que M. A. Sartiaux a récemment décrites dans la *Revue générale des Chemins de fer* (2), à laquelle nous empruntons la plupart des renseignements contenus dans cette note.

Auparavant, il est nécessaire d'expliquer la composition et le fonctionnement du transformateur-redresseur.

Principe du transformateur-redresseur. — Considérons une machine à courants continus dont l'induit AA (fig. 1) soit fixe et l'inducteur II mobile. Le collecteur CC de cette machine devra être fixe et les balais FF devront tourner autour de lui avec la même vitesse que l'inducteur. Les points de jonction 1, 2, 3... des fils d'entrée et de sortie des diverses bobines de l'induit seront reliés par autant de fils de connexion aux touches correspondantes 1, 2, 3..... du collecteur. Or, rien n'empêche d'éloigner le collecteur de la machine en allongeant ces fils de connexion. Il faudra bien que les balais tournent toujours avec une vitesse égale à celle de l'inducteur, mais s'ils sont entraînés par un moteur synchrone, desservi lui-même par les courants qui parcourent les fils de connexion, on pourra éloigner indéfiniment de la dynamo le collecteur muni de son moteur synchrone.

Fig. 1.

Dans ces conditions, les différents fils de connexion reliant la dynamo et le collecteur sont parcourus par des courants alternatifs, de sorte que l'on conçoit immédiatement la possibilité de modifier à volonté la tension de ces courants à l'aide de transformations ordinaires. Sur la figure 1, les fils de connexion, avant d'aboutir aux touches du collecteur, amènent le courant dans des transformateurs T_1, T_2, T_3.... qui élèvent sa tension, puis dans d'autres transformateurs qui ramènent cette tension à sa valeur initiale. On peut ainsi employer des courants de haute tension pour transporter l'énergie d'un appareil à l'autre, bien que ces appareils n'aient à engendrer ou à redresser que des courants de basse tension.

La réalisation de la conception théorique qui précède conduirait à disposer entre les stations de départ et d'arrivée, autant de conducteurs distincts que le collecteur comporterait de touches, solution inadmissible à cause du grand nombre de touches qu'il est nécessaire de donner aux collecteurs, par suite des difficultés inhérentes à la commutation des courants. Or, grâce à un enroulement spécial du circuit induit, dans le détail duquel nous ne pensons pas qu'il y ait lieu d'entrer ici, les dispositions adoptées permettent de réduire, dans tous les cas, à trois le nombre des fils de transport, ainsi, d'ailleurs, que cela a lieu dans la transmission par courants triphasés ordinaires. En définitive, l'appareil réalisé est un transformateur à trois noyaux magnétiques capables de transformer $2n$ courants alternatifs décalés de $\frac{1}{2n}$ de période en courants triphasés ou réciproquement.

C'est la combinaison d'un semblable transformateur avec un collecteur mû par un moteur synchrone qui constitue l'appareil désigné sous le nom de transformateur-redresseur. Comme il n'était pas pratique de faire tourner des balais autour d'un collecteur fixe, on a résolu la difficulté en rendant le collecteur mobile, mais en lui adjoignant autant de bagues qu'il doit redresser de courants de phases différentes. Des frotteurs fixes s'appuient sur ces bagues et sont reliés, d'autre part, aux points de jonction des divers circuits du transformateur fournissant les courants de phase différente. Des dispositions spéciales sont, en outre, prises pour assurer au moteur entraînant le collecteur un synchronisme parfait avec la dynamo génératrice.

Le schéma de la figure 2 représente l'ensemble de ces dispositions adaptées au cas où le collecteur-redresseur de courant n'aurait que 6 touches.

Expériences entre la Chapelle et Épinay. — A la gare de la Chapelle étaient installés une dynamo à courant continu de 100 ampères sous 100 volts et un transformateur-redresseur destiné à transformer ce courant en un courant alternatif triphasé de haute tension (4 ou 5 000 volts).

A la sortie du transformateur, le courant passait dans la canalisation établie autrefois pour les expériences de Creil et utilisée depuis pour l'éclairage de la gare d'Enghien. Cette canalisation était composée de trois conducteurs constitués : deux avec 7 fils $^{7}/_{10}$ (section : 19 millimètres carrés) et le troisième avec 3 fils $^{15}/_{10}$ (section : 5 millimètres carrés); sa longueur était de 8 kilomètres.

A l'arrivée à Épinay, le courant alternatif triphasé de haute tension était transformé en courant continu à l'aide d'un deuxième

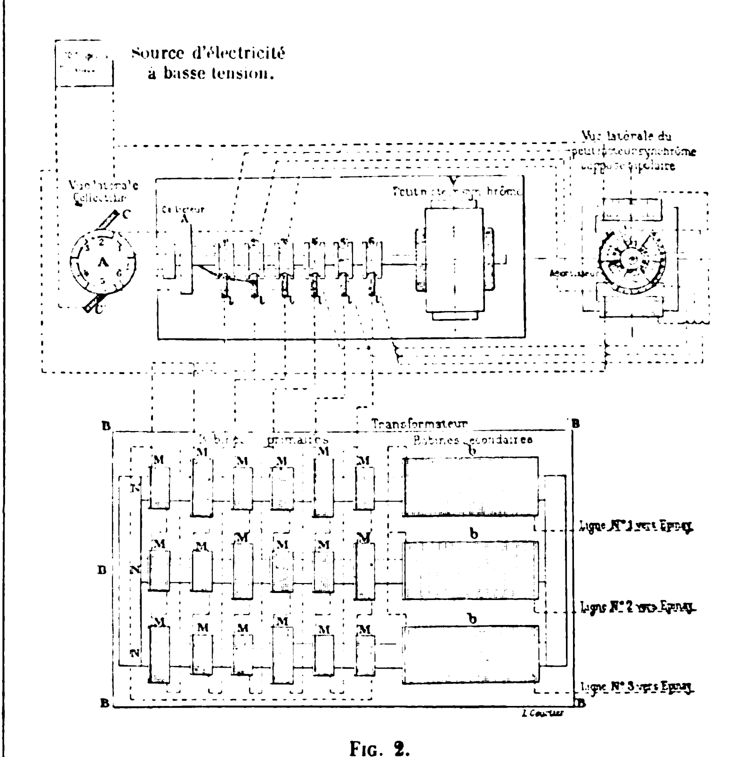


Fig. 2.

transformateur-redresseur et le courant ainsi obtenu chargeait une batterie de 64 éléments à 9 plaques, de 18 kilogr. par élément, du type de la Société pour le travail électrique des métaux. Cette batterie était ensuite employée à l'éclairage de la station d'Épinay comportant 64 lampes à incandescence de 10 bougies.

D'après les chiffres accusés par les appareils enregistreurs, le rendement obtenu dans ces expériences a varié de 76,3 à 88,6 % sans tenir compte des excitations des moteurs, et de 73,5 à 86 % en y comprenant les excitations. Ces rendements auraient d'ailleurs été notablement améliorés si les appareils avaient pu être utilisés à pleine puissance.

L'éclairage au pétrole de la gare d'Épinay, employé avant l'éclairage électrique, coûtait 2 400 francs par an, tandis que la dépense faite pour l'éclairage électrique, du 1er février au 10 octobre, a été de 1 515 fr. 80, ce qui, pour l'année entière, correspond à une dépense de 2 213 francs. Ainsi, avec une usine provisoire, installée avec des machines de rencontre, on a réalisé une économie sensible sur l'éclairage au pétrole tout en obtenant une plus grande intensité lumineuse (1).

Ces résultats montrent tout le parti que l'on peut tirer de la méthode qui consiste à créer, avec le système de transport de force dont nous venons de parler, des postes secondaires, même peu importants, situés à de grandes distances de l'usine primaire génératrice. Aussi la Compagnie du Nord a-t-elle remplacé l'installation provisoire d'Épinay par une installation définitive qui fournit un meilleur rende-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXV, n° 7, p. 103.
(2) Mars 1896.

(1) Les prix ci-dessus seraient sans doute un peu modifiés si l'on faisait entrer en compte l'amortissement du capital engagé dans les deux installations.

ment. En outre, d'autres applications du système ont été faites par cette Compagnie à Jeumont, à Saint-André, au Cateau et à la Chapelle. Les deux premières sont conçues dans le même esprit que celle d'Épinay, mais celle du Cateau comporte des dispositions un peu différentes.

En raison de l'importance de cette dernière gare, l'usine génératrice de Busigny qui la dessert a été munie de machines spécialement construites pour son service. On a jugé inutile de redresser les courants fournis par ces machines pour les retransformer en courants alternatifs et on a résolu de prendre directement ces courants alternatifs simples pour les transformer dans la ligne en courants alternatifs triphasés à la tension de 6 000 volts; ces derniers sont ensuite, à l'arrivée au Cateau, transformés en courant continu à la tension de 100 et 160 volts. Pour obtenir, avec les machines Desroziers dont on disposait, les courants alternatifs à basse tension nécessaires, on s'est contenté de supprimer les collecteurs de ces machines et de les remplacer par des bagues de prise de courant.

On conçoit que, dans les machines nouvelles, il sera facile d'éviter cette suppression, et si l'on rend le nombre des divisions de leur armature égal à un multiple de 3, on obtiendra des machines capables de fournir simultanément des courants continus et des courants triphasés. Ces derniers, envoyés dans la journée dans les diverses stations, pourront, après leur redressement, y être employés à la charge des accumulateurs tandis que, le soir, les mêmes machines fourniront le courant continu destiné à assurer l'éclairage toujours important de la station directement desservie par l'usine génératrice.

CORRESPONDANCE

Application du système cantilever aux fermes métalliques.

Épreuves du viaduc de Grandfey.

A Monsieur le Secrétaire de la Rédaction du *Génie Civil*.

Comme suite à deux articles que j'ai eu l'honneur de publier dans le *Génie Civil* sur deux sujets différents, je crois intéressant de vous communiquer les renseignements suivants.

I. Tout d'abord, en ce qui concerne le système cantilever, M. A. Maurel, Ingénieur à la Compagnie de l'Est, me signale une application intéressante faite par son chef de service, M. l'Ingénieur Valat, dans un nouveau type de rotonde à locomotives destiné à remplacer le type sans piliers de Noisy-le-Sec et de Troyes et grâce auquel il espère réaliser une économie de soixante à quatre-vingt mille francs. Dans ce nouveau type, la coupole centrale vient reposer sur des becs de consoles, c'est-à-dire sur l'extrémité supérieure de poutres inclinées et à treillis qui, s'appuyant elles-mêmes, par leur autre extrémité, sur le mur d'enceinte et, par un point intermédiaire, sur une colonne métallique, rappellent la disposition de la halle des machines de l'Exposition suisse de 1896 dont j'ai donné la description dans le *Génie Civil* (1).

D'autre part, M. Schüle, Ingénieur au contrôle fédéral des ponts, à Berne, me communique le croquis ci-joint (fig. 1) du premier pont à

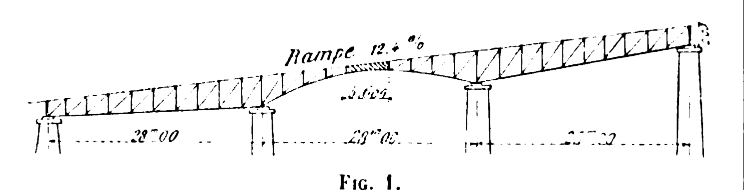


Fig. 1.

cantilever qui va être construit en Suisse, par la maison Bell, sur le Findelenbach, pour la ligne à crémaillère du Gornergrat.

Ce pont comporte trois travées de 28 mètres d'ouverture chacune; il sera constitué par deux poutres en cantilever réunies par une poutre de 5m 60 de portée. Chaque moitié de pont sera montée sur un échafaudage n'occupant que la travée de rive; un lançage effectué par roulement sur ce plancher de service partiel, permettra de faire avancer la console au-dessus du vide de la travée médiane. Le tronçon libre de raccord central, de 5m 60 de long, est constitué par une poutre à âme pleine et vient s'articuler sur les consoles, à chacune de leurs extrémités, au moyen d'un boulon. L'articulation supérieure est, de plus, à trou ovalisé, afin d'offrir le jeu nécessaire à la dilatation.

On avait d'abord songé à exécuter cet ouvrage en maçonnerie; mais on a reconnu que les conditions climatériques dans cette haute région ne permettraient pas d'achever à temps un ouvrage de cette nature.

II. J'ai reçu également une autre information se rapportant aux essais du viaduc de Grandfey, près Fribourg, sur la Sarine, ouvrage à sept travées de 48m 80 chacune, sur la ligne Lausanne-Berne. Dans un article sur le *gauchissement des poutres métalliques* publié en 1893 dans le *Génie Civil* (1), j'avais cru devoir émettre une explication au sujet d'un prétendu fait anormal signalé en 1892 par la Compagnie du Jura-Simplon, et qui consistait en un soulèvement que paraissaient subir les poutres intérieures observées, au droit de la pile, au moment du passage d'un train.

Or, de nouvelles épreuves récentes ont fait découvrir une cause d'erreur à laquelle on n'avait pas pris garde, de sorte que mon explication tombe avec le fait même qui l'avait suggérée.

Placé sur la culée massive en maçonnerie, qui semblait offrir une installation sûre, l'opérateur pointait la lunette d'un niveau contre une échelle millimétrique fixée à la poutre au droit de la pile en observation. Lorsque le train, composé de deux locomotives et de ballastières, couvrait la première travée, la lunette, invariablement, semblait constater un surélèvement singulier de 18 à 20 millimètres sur la première pile et un peu moins sur la suivante; mais, en même temps, un léger recul de la bulle du niveau montra que la charge du train avait pour effet d'incliner l'instrument, c'est-à-dire l'assise même de la culée sur laquelle il reposait, et il fallait bien peu de chose pour fausser ainsi gravement les lectures à distance. Aussi, en opérant sur la terre ferme, on vit les appuis en cause, non plus se relever, mais, en réalité, s'affaisser de 2 à 3 millimètres au passage du chargement.

Cette flexion élastique d'une culée, évaluée à environ 1 millimètre sur l'arête de celle-ci, et suivie, après déchargement, d'un retour exact à la position initiale, est un phénomène utile à mentionner. Dans maintes occasions, M. Schenk dit avoir constaté des effets de cette nature et il en conclut qu'il faut renoncer totalement à mesurer des flèches de ponts au moyen d'appareils à lunette placés sur les piles ou les culées.

Les intéressants articles que M. Rabut a publiés dans le *Génie Civil* (2) sur la mesure des déformations des ponts, font bien ressortir de quelles minutieuses précautions il est nécessaire de s'entourer dans ce genre d'investigations.

Veuillez agréer, etc.

Jules Gaudard,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Professeur à l'École d'Ingénieurs de Lausanne.

INFORMATIONS

Production de la force par la chaleur au moyen des machines en série (système Wellington).

L'*Engineering News* signale un intéressant travail auquel un Ingénieur américain, M. Wellington, a consacré, paraît-il, les dernières années de sa vie. Le but qu'il se proposait d'atteindre était d'accroître d'une façon notable le rendement en travail mécanique de la chaleur développée par le combustible brûlé dans les chaudières. Il a imaginé, à cet effet, des machines en série, dont le principe est le suivant (diagramme n° 1):

Soient A, B, C, D, E une série de machines à vapeur ordinaires, munies chacune, d'un côté, de leur chaudière, de l'autre, de leur condenseur à surface, la pompe du condenseur étant actionnée directement par la machine.

Si chacune des chaudières avait un foyer et une alimentation d'eau froide, nous nous trouverions évidemment en présence d'une batterie

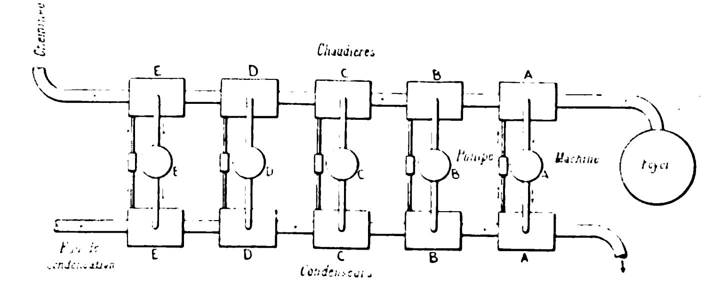


Fig. 1. — Diagramme montrant le principe de la série Wellington.

de machines indépendantes les unes des autres. Mais si nous supposons qu'au lieu de brûler du combustible sous chaque chaudière on dispose un foyer unique, situé à la droite du dessin, et que les gaz chauds provenant de ce foyer circulent en premier lieu à travers les tubes de la chaudière A, de là à travers ceux de B, puis de C, D et finalement E; si nous supposons aussi que les condenseurs soient reliés également entre eux de telle sorte que l'eau de condensation arrive d'abord au condenseur E pour passer de là en D, C, B et A, on voit que, dans cette hypothèse, chaque groupe constitué par une chaudière, une machine et un condenseur agira comme dans le premier cas, mais que la force produite pour une même quantité de combustible consommé et une même quantité d'eau condensée sera plus élevée. Naturellement, avec cette disposition, la quantité de vapeur la plus considérable sera produite par les chaudières A et B,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 1, p. 1.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIII, n° 10, p. 157, et n° 11, p. 172.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXIV, n°s 6, 10, 13 et 22.

tandis que C, D et E en produiront de moins en moins. Inversement pour les condenseurs, l'efficacité ira en diminuant de E en A.

Partant de ce principe, et ainsi que le montre le second diagramme (fig. 2), M. Wellington a admis l'emploi d'un *fluide circulant* (liquide ou gaz) qui joue le double rôle qu'occupaient, dans le

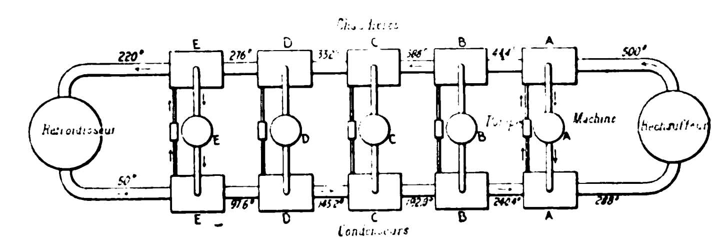


Fig. 2. — Diagramme des opérations de la série Wellington.

système précédent, les gaz chauds d'une part, l'eau de condensation d'autre part. Ce fluide (supposons que ce soit un liquide) part du réchauffeur, traverse successivement les chaudières A, B, C, D, E, arrive au refroidisseur placé à gauche du dessin, et retourne de là au réchauffeur après avoir traversé les condenseurs E, D, C, B, A. La circulation du liquide est obtenue à l'aide d'une pompe spéciale. On comprend que, grâce à cette circulation continue du fluide, toute la chaleur accumulée est utilisée directement en passant dans les condenseurs et diminue d'autant la consommation de combustible dans le réchauffeur.

De plus, pour obvier à l'inégalité de production signalée dans le premier cas, entre les chaudières successives et les condenseurs, M. Wellington a disposé sa série de telle sorte que *l'intervalle de chaleur* d'une chaudière à la suivante et celui d'un condenseur au suivant soient constants; en d'autres termes, que la diminution de température entre les chaudières A et B, par exemple, soit la même qu'entre C et D ou D et E, et que l'accroissement entre les condenseurs E et D soit le même qu'entre C et B ou B et A. Sur le diagramme (fig. 2) on voit que la chute de température d'une chaudière à la suivante est de 56° F. et que l'élévation d'un condenseur au suivant est de 47° 6 F. La pression dans les chaudières et le vide dans les condenseurs seront en rapport avec les températures correspondantes.

Sans entrer dans plus de détails, nous dirons seulement que la mort a empêché M. Wellington de pousser plus loin l'application pratique de son système; ses premiers essais ne sont guère sortis du domaine des expériences de laboratoire. Néanmoins, si nous en croyons l'*Engineering News*, une série de ce système a été construite et est actuellement en fonctionnement; la force qu'elle produit serait de 40 chevaux-vapeur.

E. M.

Nouvelle cisaille à vapeur.

L'utilisation des vieilles tôles de chaudières peut, dans certains cas, donner de fort bons résultats tout en permettant de réaliser de sérieuses économies. Nous allons donner, d'après l'*Engineering*, la

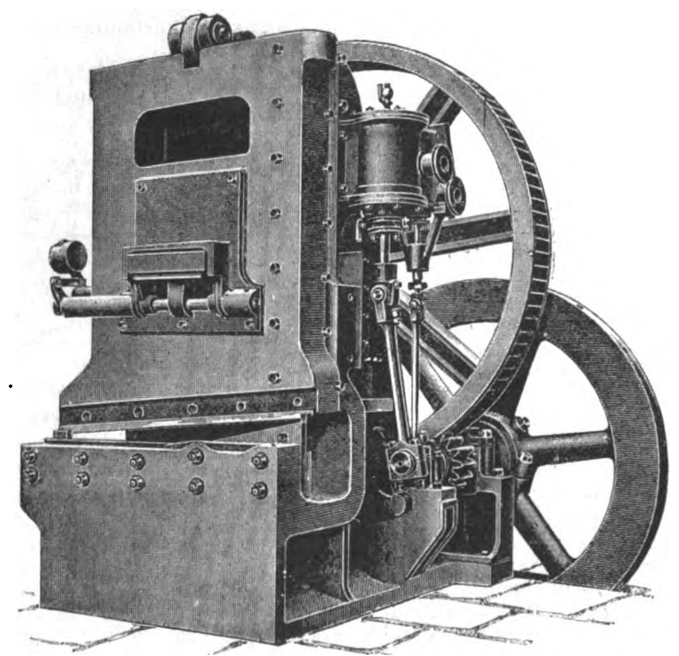


Fig. 1. — Nouvelle cisaille à vapeur.

description d'une machine à cisailler destinée spécialement à découper les tôles de grande épaisseur pour les transformer en barres plates.

Cette cisaille peut débiter des barres de 1m 80 de longueur sur 38 millimètres d'épaisseur. Elle est mise en mouvement par un cylindre à vapeur qui actionne un pignon sur l'arbre duquel est calé un lourd volant d'entraînement.

Le point caractéristique de cette machine est que les lames de cisaille sont disposées de façon que les barres coupées restent parfaitement plate. On sait, en effet, que, dans les machines ordinaires, l'action de la cisaille tend à infléchir les bandes coupées. C'est un grave inconvénient lorsqu'on vient ensuite soumettre à l'action du laminage les loupes faites avec des barres cintrées. On se trouve donc dans l'obligation de les aplatir sommairement et de les lier avec de forts fils de fer avant de les mettre dans le four à réchauffer. Malgré cela il est souvent difficile de les placer ensuite entre les cylindres de laminoir, ce qui fait qu'on a souvent trouvé plus économique de s'abstenir d'employer des débris de vieilles tôles. Dans la cisaille que nous décrivons, les bandes restent plates, la tendance à la flexion s'exerçant ici non plus sur la bande coupée mais sur la feuille de tôle qui a beaucoup plus de résistance à la flexion.

Les vieilles tôles de chaudières marines peuvent être débitées par cette machine, d'un seul coup de cisaille, en barres de 6 mètres de longueur sur 100 à 350 millimètres de largeur. On peut même, en disposant les lames dans ce but, cisailler des tôles de longueur indéfinie, en bandes de 350 millimètres de largeur.

Le vapeur géant « Pennsylvania ».

Lorsque la *Hamburg Amerika Linie* eût assuré le transport des passagers, par la construction de ses vapeurs à grande vitesse bien connus, elle songea, ces dernières années, à développer le transport des marchandises et à le faire à meilleur marché par la construction de grands navires qui pourraient transporter de grandes quantités de marchandises en même temps que des passagers.

L'avantage de ces vapeurs géants réside en ceci, c'est qu'ils peuvent prendre deux à trois fois plus de personnes et de marchandises que les anciens, sans que les frais augmentent dans la même proportion.

Le *Pennsylvania* est un bateau de ce dernier genre, et ses dimensions sont colossales. Sur le pont, dans toute sa longueur, il mesure 177 mètres, sa largeur au maître-couple est de 18m 50 et sa profondeur, depuis la quille jusqu'au pont promenade est de 15 mètres; son déplacement d'eau est de 21 000 tonnes. Il peut charger 21 124 mètres cubes, net d'encombrement, proportions que n'atteint, croyons-nous, aucun autre navire du monde.

Ce vapeur, qui a 12 cloisons étanches, est actionné par deux machines à quadruple expansion qui ont ensemble une force de 6 000 chevaux et lui donnent une vitesse de 14 nœuds à l'heure. Comme tous les nouveaux navires de la *Hamburg Amerika Linie*, il est construit d'après le système à double hélice.

Le *Pennsylvania* contient plusieurs vastes salons, de grandes cabines pour 186 passagers de première et 122 de seconde classe. Son entrepont est aménagé provisoirement pour 1 000 personnes; si les emplacements disponibles y étaient affectés, il pourrait recevoir jusqu'à 4 000 passagers. L'éclairage se fait entièrement à l'électricité: on y emploie 725 lampes de 16 bougies. L'équipage se compose de 150 personnes, dont 50 environ sont employées au service de la machine, 30 sont occupées sur le pont et 70 assurent le service de la cuisine et le service domestique.

Varia.

Nécrologie. — M. Émile Levassor, Ingénieur des Arts et Manufactures, est mort subitement à Paris le 14 courant, dans sa 55e année.

Sorti de l'École Centrale en 1864, il faisait partie, comme associé, de l'importante maison de constructions de machines Panhard et Levassor. Dans ces dernières années il s'était plus spécialement consacré à l'industrie des voitures automobiles, à laquelle il avait fait réaliser de grands progrès. On se rappelle qu'il était arrivé bon premier dans la course d'automobiles Paris-Bordeaux-Paris, après avoir fait preuve d'une remarquable énergie et d'une endurance extraordinaire. Dans la course Paris-Marseille-Paris (1896), il fut malheureusement victime d'un grave accident dont il ne s'était jamais complètement remis.

M. Levassor était chevalier de la Légion d'honneur, vice-président de la Chambre syndicale des Mécaniciens, membre du Comité de la Société des Ingénieurs Civils, etc.

Ses obsèques ont été célébrées à Paris, le 17 courant, en l'église Notre-Dame de la Gare. L'inhumation a eu lieu le même jour à Chartres.

∴

Distinctions honorifiques. — Parmi les récentes nominations ou promotions dans l'ordre de la Légion d'honneur, nous relevons les suivantes:

Au grade d'officier: M. Widmann, directeur général de la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée;

Au grade de chevalier: MM. Morandière, Ingénieur des études à la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest; — Gaston Poulenc, fabricant de produits chimiques à Paris.

∴

Nominations. — MM. Carcanagues, Chesneau, H. Cousin et Voisin sont nommés Ingénieurs en chef au corps des Mines.

— M. Marius Arnaud, Ingénieur des Ponts et Chaussées, est chargé, à la résidence de Nice, de l'arrondissement du nord-est du département des Alpes-Maritimes.

M. Dubrenque, Ingénieur des Ponts et Chaussées, est chargé, à Pontoise, de l'arrondissement du nord du département de Seine-et-Oise.

M. Baratte, Ingénieur des Ponts et Chaussées à Sedan, vient d'être mis à la disposition de M. le Préfet de la Seine pour être attaché au service municipal de la Ville de Paris, en remplacement de M. H. Maréchal qui a été mis en congé pendant un an.



SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 12 avril 1897.

Physique. — 1° *Sur la loi de la décharge dans l'air de l'uranium électrisé;* par M. Henri Becquerel.

M. Becquerel indique, dans cette note, la loi de déperdition de l'électricité par l'uranium, en fonction du temps et du potentiel des corps électrisés.

2° *Photographie des flammes de Kœnig.* Note de M. Marage, présentée par M. Marey.

3° *Expériences faites sur un nouvel appareil cathodique, générateur de rayons X et à plusieurs ampoules greffées sur un même circuit gazeux.* Note de MM. Foveau de Courmelles et G. Seguy, présentée par M. Lippmann.

L'appareil au moyen duquel les expérimentateurs ont opéré se compose de deux tubes à vide reliés à un réservoir sphérique; dans chacun des tubes à vide sont placées une anode et une anticathode, toutes dans le même axe. Le rayonnement anodique est dirigé vers le bas.

Cet appareil présente plusieurs propriétés intéressantes. En particulier, l'ensemble de deux ampoules réunies, qui en pourrait d'ailleurs comprendre un plus grand nombre, a l'avantage de permettre l'obtention simultanée, soit de plusieurs images d'un objet différent, soit de deux images d'un même objet, ce qui, en stéréoscopie, peut rendre de grands services.

Thermochimie. — *Chaleurs de formation de l'aldéhyde formique, dissous et gazeux.* Note de M. Marcel Delépine.

Chimie appliquée. — *Sur la formation du cyanure d'ammonium et sa fabrication.* Note de M. Denis Lance, présentée par M. Troost.

Les expériences de M. Lance l'ont conduit aux conclusions suivantes :

1° Le gaz ammoniac passant sur du charbon à une température comprise entre 1000° et 1100°C. donne toujours du cyanure d'ammonium;

2° Le rendement en cyanogène est plus considérable lorsqu'on emploie un mélange de gaz ammoniac, d'azote et d'hydrogène;

3° Ce rendement est maximum pour une température de 1100° C. et lorque les gaz sont dans les rapports suivants : $AzH^3 = \frac{1}{26}$ du mélange formé par 1 d'azote et 10 d'hydrogène;

4° Dans ces conditions, il y a au moins 70 °/ₒ de l'azote du cyanure d'ammonium d'emprunté à l'azote libre du mélange, c'est-à-dire à l'azote de l'air.

Physiologie. — 1° *Sur l'action physiologique et pathologique des rayons X.* Note de M. Sorel, présentée par M. Lannelongue.

La note de M. Sorel, ainsi que le fait remarquer M. Lannelongue, est un nouvel exemple d'accidents inflammatoires, allant jusqu'à la suppuration, produits par les rayons X.

M. Sorel, au moyen d'un tube de Collardeau placé à un centimètre de la région épigastrique d'un malade, a provoqué une telle irritation des tissus qu'un abcès s'est formé et que le phlegmon a persisté pendant plusieurs semaines.

Comme addition à sa communication, M. Sorel fait remarquer que, dans un assez grand nombre de cas, le corps d'un animal mort depuis quelque temps s'est toujours montré plus opaque aux radiations X qu'un cadavre semblable aussitôt après la mort et encore chaud.

Cette différence dans la transparence des tissus est peut-être en relation avec la coagulation de la fibrine.

M. Lannelongue ajoute quelques observations relatives à l'action des rayons X sur l'économie :

« Les rayons X provoquent des troubles nutritifs spéciaux pouvant aller jusqu'à la mortification des tissus, jusqu'à leur nécrose proprement dite. Les suppurations sont assez rares, et il reste à démontrer qu'elles se produisent sans microbes, qu'elles sont d'ordre chimique, en un mot. »

2° *Sur la toxicité des alcools.* Note de M. Picaud, présentée par M. Marey.

E. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AGRICULTURE

L'écobuage. — On sait que l'écobuage est une pratique agricole qui consiste à écroûter la couche superficielle du sol, couverte de végétaux, et à soumettre celle-ci, après dessication préalable, à l'action du feu. Les cendres ainsi obtenues sont ensuite répandues sur le sol.

Cette pratique très ancienne, puisqu'elle était appliquée par les Grecs et les Romains, est cependant l'objet de nombreuses controverses et compte autant d'adversaires que de partisans. M. A. Larbalétrier explique, dans le *Cosmos* du 3 avril 1897, que cette divergence d'opinions provient de ce qu'on ne se rend pas toujours compte des effets de l'écobuage et qu'on l'applique quelquefois mal à propos. Les terres où il donne de bons résultats sont les terres franchement argileuses; les cendres obtenues par l'écobuage ont pour effet de modifier la constitution physique du sol et de le rendre plus meuble. Contrairement à ce qu'on croit trop souvent, l'écobuage ne fertilise pas la terre : c'est un amendement et non un engrais. Non seulement il ne peut pas tenir lieu de fumure, mais, au contraire, les matières organiques ayant été détruites par le feu, il importe de les remplacer par des engrais non minéraux. Le Docteur A. Vœlcker, chimiste de la Société royale d'Agriculture d'Angleterre, a appelé, d'ailleurs, récemment, l'attention sur les graves inconvénients qu'il y a à pousser trop loin la calcination de l'argile lors de l'écobuage. Ses analyses ont montré que la température règle la solubilité des principes utiles formés par la calcination de l'argile; lorsqu'on excède le point où la matière organique est brûlée, cette solubilité décroît.

MARINE

État actuel de la construction des torpilles et des torpilleurs. — Dans la *Revue générale des Sciences*, des 15 et 30 mars 1897, M. H. Brillié, Ingénieur des constructions navales, passe en revue les divers systèmes de torpilles et de torpilleurs actuellement en usage et montre les avantages et les inconvénients de chacun d'eux.

Torpilles. — D'après l'auteur, l'efficacité des *torpilles fixes*, employées pour la défense des passes, paraît indiscutable et une escadre ne pourrait réussir à pénétrer dans une rade sérieusement protégée par des lignes de torpilles qu'après avoir sacrifié un ou plusieurs bâtiments. L'emploi des *torpilles portées* sera sans doute de plus en plus restreint avec les récents progrès de l'artillerie; il ne paraît d'ailleurs pouvoir être utilisé que dans des cas très rares. Les *torpilles automobiles* sont des armes de faible portée et dont la précision laisse à désirer quand la mer est houleuse; avec les torpilleurs, elles constituent cependant un danger très sérieux pour les escadres qui voudraient effectuer le blocus d'un port. Parmi ces torpilles, les plus employées sont la torpille Witehead en Europe, et la torpille Howell, en Amérique. Quant aux *torpilles dirigeables*, dont la plus connue est la torpille Sims-Edison et dont on peut, du poste de lancement, régler à volonté la trajectoire jusqu'au moment de l'explosion, elles présentent de sérieux inconvénients. Le principal est d'être visible à l'ennemi qui peut, par suite, chercher à les détruire ou à les éviter.

Torpilleurs. — M. Brillié fait d'abord un rapide historique de la construction des torpilleurs et rappelle les différentes phases par lesquelles elle a passé et les discussions passionnées qu'elle a soulevées, surtout en France. On sait qu'après avoir débuté en 1874 par des dimensions très modestes (15 tonneaux), ces navires ont successivement été portés à 32 tonneaux en 1878, à 46 tonneaux en 1882, à 66 tonneaux en 1884 et à 80 tonneaux en 1888. Ce dernier type, dit torpilleur de 1re classe est le seul qui se construise encore pour la défense mobile des côtes. Le premier torpilleur de haute mer construit en France est l'*Ouragan* sorti en 1887, des Ateliers et Chantiers de la Loire; le plus remarqué, parmi ceux construits récemment, est le *Forban*, sorti en 1895 des ateliers de M. Normand, qui a un déplacement de 136 tonnes, une longueur de 44 mètres et dont la vitesse, qui a atteint 31,029 nœuds aux essais, est encore la plus élevée obtenue parmi tous les bateaux du monde.

M. Brillié donne également quelques détails sur les *destroyers* employés depuis 1893 par l'amirauté anglaise. Ce qui différentie ces bateaux des torpilleurs proprements dits, c'est qu'ils ont un plus fort tonnage (220 à 280 tonneaux) et surtout qu'ils sont chargés de détruire les torpilleurs ennemis et munis, à cet effet, d'un puissant armement en canons à tir rapide.

M. Brillié entre ensuite dans la description des différentes parties du torpilleur et donne des détails intéressants sur leur construction, sur leurs formes et les qualités qui en dépendent, sur leurs machines et leurs chaudières. Au sujet de leur vitesse, M. Brillié fait remarquer que l'on ne doit pas ajouter trop d'importance aux résultats obtenus pendant les essais officiels et il cite des cas où des torpilleurs construits par la maison Normand ont donné, dans des expériences de longue durée, des résultats bien meilleurs que des navires semblables construits par des maisons étrangères, quoique cependant les vitesses d'essais de ces derniers eussent été notablement supérieures à celles des premiers.

Enfin, examinant la valeur militaire des torpilleurs, M. Brillié dit que l'importance de ces navires pour la défense mobile des côtes n'est plus mise en doute, mais que le torpilleur d'escadre est plus discuté car beaucoup de circonstances peuvent rendre ses services incertains.

MÉCANIQUE

Les locomotives compound. — La *Revue de Mécanique* publie une série d'articles de M. E. Sauvage, Ingénieur en chef et professeur à l'École des Mines, sur la locomotive compound. Ces locomotives, construites avec des dispositions très variées, se divisent en trois classes, d'après le nombre des cylindres qui est de deux, trois ou quatre. En prenant le mot compound dans son acception la plus large, M. Sauvage divise ces trois grandes classes en dix catégories, en considérant surtout les mécanismes de démarrage et de distribution. Ce sont :

1° Locomotives à deux cylindres, fonctionnant à volonté à double ou à simple détente;

2° Locomotives à deux cylindres, avec valve isolant les deux cylindres;

3° Locomotives à deux cylindres, avec admission directe au grand cylindre, sans valve d'interception entre les deux cylindres;

4° Locomotives à trois cylindres, pouvant fonctionner à simple expansion;

5° Locomotives à trois cylindres, avec simple admission directe ou réservoir;

6° Locomotives à quatre cylindres, commandant des essieux parallèles;

7° Locomotives à quatre cylindres, formant deux groupes moteurs commandant des essieux séparés;

8° Locomotives à quatre cylindres compound, ou du système Wolf, disposés en tandem;

9° Locomotives à quatre cylindres, du système Wolf, avec cylindres superposés;

10° Enfin les locomotives à triple expansion.

Le numéro de janvier, de la *Revue de Mécanique*, contient la description des quatre premières catégories, et le numéro de mars, celle des quatre suivantes. Ces descriptions indiquent surtout les détails particuliers de chaque machine; la comparaison des diverses machines, l'examen du travail de la vapeur et de la proportion des cylindres feront l'objet d'une autre étude.

Transmission et distribution de l'énergie à bord des navires. — M. Asselin donne, dans le *Bulletin technologique* de février 1897, un compte rendu d'une étude publiée par la *Revista maritima*, de novembre et décembre 1896, sur les divers moyens dont on dispose pour distribuer l'énergie aux nombreux appareils auxiliaires qui existent actuellement tant à bord des navires de guerre que des grands bâtiments du commerce.

Les conclusions de cette étude, qui sont d'ailleurs contestables, sont que :

1° La transmission directe de la force motrice par la vapeur est avantageuse au point de vue du rendement, de la régularité et de la sécurité d'action, du poids et de l'encombrement;

2° La transmission par l'eau sous pression ne convient pas dans tous les cas, mais elle s'adapte parfaitement aux appareils de manœuvre de la grosse artillerie;

3° La transmission par l'air comprimé peut être adaptée avantageusement à toutes les machines auxi-

liaires du bord, mais plus particulièrement aux monte-charges et aux vireurs des tourelles et des plate-formes;

4° La transmission par l'électricité n'est pas à employer d'une façon générale; elle convient seulement pour la manœuvre de la petite et moyenne artillerie et pour actionner les machines à grande vitesse telles que les ventilateurs.

MÉTALLURGIE

Étude microscopique des alliages. — M. G. Charpy publie, dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, de mars 1897, un important mémoire sur les recherches qu'il a faites en vue d'étudier au microscope la constitution des alliages. Après avoir décrit les procédés employés et les précautions prises dans ses expériences, M. Charpy donne un grand nombre de photographies représentant, avec des grossissements de 200 à 500 diamètres, les plaquettes des alliages examinés.

Cet examen microscopique fournit des renseignements importants sur la constitution chimique des alliages; il permet de constater que la solidification de ces composés s'effectue comme celle des solutions salines et que les alliages binaires sont formés, en général, de deux constituants seulement, quel que soit le nombre des composés définis formés par les deux métaux alliés. Le type de constitution normal présente donc des cristaux d'un métal simple, ou d'un composé défini, englobés dans un deuxième constituant qui est en général un mélange *eutectique*, c'est-à-dire un *alliage à point de fusion minimum*, ou autrement dit, un alliage fusible à une température plus basse que tous les autres mélanges des mêmes corps. En dehors de ce type normal, il n'y a à signaler qu'un second type, celui des métaux qui donnent des mélanges isomorphes. Ces alliages sont alors formés, quelle que soit leur composition, d'une seule espèce de cristaux occupant toute la masse; en général, la composition et les propriétés varient d'une façon continue dans chaque cristal.

Les constituants des alliages métalliques se séparent généralement, à l'état de *cristallites* et non à l'état de cristaux bien définis. La forme de ces constituants ne donne donc qu'une indication approximative; en dehors de ce caractère, on peut reconnaître les constituants à leur couleur, à leur dureté et surtout à la façon dont ils se comportent vis-à-vis des divers réactifs.

Le mode de préparation, et particulièrement la plus ou moins grande rapidité de la solidification, modifie considérablement les dimensions des cristallites, mais ne semble pas influer autrement sur la constitution de l'alliage.

L'aluminium dans le présent et l'avenir. — Dans son numéro du 9 avril, l'*Engineering* commence une étude sur le présent et l'avenir de l'aluminium. Après avoir constaté que l'aluminium coûte actuellement trois fois plus, à prix égal, que l'étain, qui est cependant, après lui, le plus cher des métaux industriellement employés, il fait remarquer que sa faible densité doit entrer en ligne de compte et qu'alors le fer, le plomb et le zinc sont seuls plus économiques que l'aluminium, le cuivre et l'étain étant, au contraire, plus coûteux.

L'*Engineering* rappelle les travaux d'Humphry Davy, en 1809, de Wohler en 1827 et 1845, de Bunten et de Sainte-Claire-Deville en 1854, et les essais faits en France, à Nanterre, à Salindres, puis à Amfreville et, en Angleterre, à Bettersea. Ces diverses usines ont traité d'abord un chlorure double d'ammonium et d'aluminium; puis de la bauxite et finalement de la cryolite. L'auteur examine, en terminant, la nature de ces divers composés au point de vue chimique.

Diffusion des métaux. — M. F. Osmond donne, dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, de février 1897, la traduction d'une importante communication faite par M. le professeur Roberts-Austen à la Société royale de Londres, sur la diffusion des métaux. Cette question présente un grand intérêt au point de vue de la composition des alliages et les recherches de l'auteur donnent de précieuses indications sur cette composition. Ces recherches consacrent, en effet, l'analogie entre les alliages et les solutions salines, qui a été souvent remarquée et elles conduisent à appliquer aux solides les lois de la diffusion et de la solution liquides.

Les recherches de M. Roberts-Austen se divisent en deux parties. Dans la première, l'auteur a étudié la *diffusion des métaux liquides* et, en particulier, la diffusion de l'or, du platine et du rhodium dans le plomb et le bismuth fondus. Dans la seconde, il a étudié la *diffusion des métaux solides* et notamment la diffusion de l'or dans le plomb à une température très inférieure au point de fusion de ce dernier.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Emmagasinement de l'acétylène. — Dans l'*Éclairage électrique*, du 20 mars 1897, M. A. Hess expose un procédé d'emmagasinement de l'acétylène qu'il a imaginé en collaboration avec M. G. Claude. Ce procédé consiste à faire dissoudre, sous pression, l'acétylène dans un liquide approprié, l'acétone, et l'on peut alors le transporter et l'utiliser commodément, ainsi que cela se fait pour l'ammoniaque et le gaz chlorhydrique que l'on transporte presque toujours en dissolution dans l'eau. L'acétone a, paraît-il, d'après les expériences de MM. A. Hess et G. Claude, la propriété de dissoudre, à la pression et à la température ordinaires, 25 fois son volume d'acétylène et 30 fois lorsqu'il a été purifié. Si l'on s'en tient, par exemple, à la pression de 10 atmosphères, il en résulte qu'un récipient métallique relativement léger, d'environ 1 litre de capacité, peut contenir 250 litres d'acétylene, absorbés dans un litre d'acétone. A l'ouverture du robinet, le gaz se dégage du liquide, et comme le débit de l'acétylène pour l'éclairage est assez lent, le dégagement s'opère sans formation de bulles, par suite d'une circulation qui s'établit dans le liquide, grâce à la différence de densité des couches plus ou moins chargées de gaz. L'emmagasinement de l'acétylène sous cette forme présenterait, paraît-il, de nombreux avantages car la dissolution de gaz dont il s'agit serait, dit-on, exempte de tout danger d'explosion.

TRAVAUX PUBLICS

La nouvelle cale sèche du port de Brooklyn. — La *Scientific American*, du 20 février, donne la description de la nouvelle cale sèche qui vient d'être inaugurée à Brooklyn. Cette cale ne diffère guère de celle qui existe déjà depuis quelques années dans ce port, que par ses plus grandes dimensions; elle a 204 mètres de longueur sur 46 mètres de largeur et 8m85 de profondeur. Cette cale est entièrement construite en bois, avec double plancher bétonné, mode de construction qui est rapide et surtout très économique.

L'entrée de la cale se ferme par un caisson flottant en tôle d'acier qui est, croyons-nous, le plus grand qui ait été construit jusqu'à ce jour; il mesure 33 mètres de longueur sur le pont et 22m7 à la quille. Le cadre qui vient s'appuyer sur les bords et le seuil de la cale est garni de caoutchouc qui forme un joint hermétique sous la pression extérieure de l'eau. Ce caisson est lesté par 200 tonnes de ballast et on introduit dans sa cale la quantité d'eau nécessaire pour lui donner un tirant d'eau convenable. Douze tuyaux de 50 centimètres de diamètre, le traversent de part en part dans le sens de sa largeur et servent à remplir la cale. Pour vider celle-ci, on emploie des pompes centrifuges qui débitent plus de 430 mètres cubes par minute.

Cylindrage à vapeur. — Dans une note parue dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, d'août 1896, M. Pierret, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, après avoir donné de précieux renseignements sur le prix de revient du cylindrage à vapeur dans le département de l'Oise, avait conclu en exprimant l'avis que, pour ce genre de travaux, la régie était préférable à l'entreprise.

Dans les *Annales*, de décembre 1896, M. E. Lorieux, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, après avoir exposé les résultats obtenus en Vendée, exprime l'avis contraire. D'après cet Ingénieur, la méthode de la régie n'est applicable que dans certains cas particuliers, à Paris et dans quelques départements où l'Administration des Ponts et Chaussées est chargée du service vicinal. Sans être plus onéreuse, la méthode de l'entreprise est plus simple; elle évite des ennuis à l'Administration et supprime des responsabilités; elle présente moins d'aléas dans la dépense et, en laissant le champ libre à la concurrence, elle réserve toutes les chances possibles de réductions du prix de revient de la tonne kilométrique.

DIVERS

L'enseignement chimique et les universités. — Nous avons déjà signalé un article paru dans la *Revue scientifique*, du 9 janvier 1897, dans lequel notre distingué collaborateur, M. Lauth, signale l'infériorité de l'enseignement chimique en France par rapport à celui qui est donné à l'étranger, et plus particulièrement en Allemagne.

Dans un article publié dans par la *Revue générale des Sciences*, du 30 mars 1897, M. Haller revient sur cette question et montre que les progrès réalisés en France dans ces dernières années sont peu importants par rapport à ceux qui ont eu lieu pendant la même période en Allemagne. Il critique le grand nombre d'universités créées en France par la loi du 10 juillet 1896 et estime qu'au lieu d'en avoir quinze il serait préférable de n'en avoir que sept ou huit afin de moins disséminer les ressources disponibles et d'assurer à chaque établissement un nombre suffisant d'élèves. L'auteur fait également remarquer qu'en Allemagne les Instituts chimiques collaborent d'une manière incessante et bien plus active aux progrès industriels que cela n'a lieu en France.

Ouvrages récemment parus.

Les Piles électriques, par Ch. Fabry, maître de conférences à la Faculté des Sciences de Marseille. — 1 vol. petit in-8° de 170 pages, avec 34 figures. (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*). — Gauthier-Villars et Masson, éditeurs, Paris, 1877. — Prix : broché, **2 fr. 50**; cartonné, **3 francs**.

Dans ce petit ouvrage sur les piles électriques, M. Fabry expose d'abord les principales lois de l'électrolyse, en insistant spécialement sur les phénomènes qui se présentent dans les piles. Les faits exposés dans cette introduction trouvent immédiatement leur application dans le deuxième chapitre, qui traite des phénomènes chimiques dans les diverses espèces de piles, de leurs relations avec la thermodynamique, enfin de l'association des éléments de pile

La mesure des constantes d'une pile fait l'objet du chapitre III où sont exposées les diverses méthodes de mesure, soit méthodes de haute précision, soit méthodes rapides pour les usages industriels.

Dans le chapitre IV, l'auteur donne quelques indications sur la manière dont on doit conduire l'étude d'une pile en circuit fermé, pour juger de ses qualités au point de vue industriel.

Le chapitre V contient la description des principales piles dont la pratique a consacré l'usage ainsi que l'étude de leurs propriétés.

Le sixième et dernier chapitre est consacré à l'étude des étalons de force électromotrice.

Elektricität direkt aus Kohle (*Production directe de l'électricité par le charbon*), par Étienne de Fodor. — 1 vol. in-8° de 306 pages avec 67 figures. — Hartleben, éditeur, Vienne, Pest, Leipsig. — Prix : **4** francs.

La transformation directe de l'énergie des combustible en énergie électrique est un des problèmes qui passionnent le plus les électriciens en ce moment.

M. Étienne de Fodor s'est proposé de rechercher tous les documents qui se rapportent à cette question.

Il remonte jusqu'à la découverte de Volta pour montrer que, déjà, ce savant avait eu l'idée d'employer directement le charbon comme générateur d'énergie électrique.

Dans le premier chapitre sont décrites en détail toutes les expériences relatives à la combustion du charbon sans production de chaleur. Le deuxième chapitre traite de la pile à charbon; le troisième, de la piles à électrodes métalliques et à électrolyse en fusion ignée. Dans les deux chapitres suivants, l'auteur examine la pile oxygène-charbon et les piles thermo-électriques; enfin les chapitres VI et VII sont consacrés aux générateurs thermo-magnétiques.

Annuaire de l'Armée française pour 1897, publié sur les documents communiqués par le Ministère de la Guerre. — Un volume in-8° de 1 648 pages. — Berger-Levrault et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : broché, **12** francs; cartonné, **14** francs.

Annuaire de la Marine pour 1897, publication du Ministère de la Marine. — Un volume in-8° de 1 170 pages. — Berger-Levrault et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : broché, **7** francs; relié en percaline, **8** fr. **50**.

Le Gérant : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE 20, PARIS.



TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

TOME XXX. — PREMIER SEMESTRE 1896-1897

AGRICULTURE

Pages

Charrue mécanique automobile (n° 20). 318

Phosphates (les) de Carentan. Eugène HOFFMANN (n° 8). 118

ARCHITECTURE

Nouveaux (les) palais des Champs-Élysées. Projets définitifs. *(Planches XVII et XVIII.)* (n°s 17 et 18). 257, 273

Palais (le) de l'École et de l'Exposition des Beaux-Arts sur la terrasse Brühl, à Dresde. *(Planche VIII.)* G. SALADIN (n° 8) 113

Société des Ingénieurs civils de France. Inauguration du nouvel hôtel de la Société. G. RICHOU (n° 11) 161

Tombeau (le) de M. Pasteur à l'Institut Pasteur. Description de la crypte et cérémonie de la translation du corps. Ch. TALANSIER (n° 10). 145

ART MILITAIRE

Canon (nouveau) de campagne, à tir rapide (n° 6) 86

Essais récents de plaques en acier cémenté (1895-1896). L. BACLÉ (n° 20) 311

AUTOMOBILES

Automobile-Club de France. Règlement du concours des voitures automobiles pour 1897 (n° 3) 46

Charrue mécanique automobile (n° 20) 318

Comparaison entre les divers moyens d'obtenir la force motrice nécessaire à la propulsion des automobiles. Marcel DEPREZ (n°s 16, 17 et 18) 251, 262, 276

Concours pour un projet d'omnibus automobile organisé par la Compagnie générale des Omnibus de Paris (n° 2). 29

Concours pour voitures de place automobiles (n° 21). 334

Construction d'un omnibus automobile à Londres (n° 4) 63

Course de voitures automobiles entre Marseille, Fréjus, Nice et Monte-Carlo. Ch. DANTIN (n° 18). 278

Tricycle avec moteur à essence de pétrole, système de Dion et Bouton. Ch. DANTIN (n° 2) . 24

BEAUX-ARTS

Nouveaux (les) palais des Champs-Élysées. Projets définitifs. *(Planches XVII et XVIII.)* (n°s 17 et 18). 257, 273

Palais (le) de l'École et de l'Exposition des Beaux-Arts sur la terrasse Brühl, à Dresde. *(Planche VIII.)* G. SALADIN (n° 8) 113

Tombeau (le) de M. Pasteur à l'Institut Pasteur. Description de la crypte et cérémonie de la translation du corps. Ch. TALANSIER (n° 10). 145

BIBLIOGRAPHIE

1° Revue des principales publications techniques :

Pages

(N°s 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 et 25). . . 223, 239, 255, 271, 287, 303, 319, 335, 351, 371, 388, 403

2° Ouvrages récemment parus :

Accumulateurs électriques, par F. Loppé (n° 2). 32

Aide-Mémoire de poche de l'Architecte et de l'Ingénieur-Constructeur, par M. Ch. Sée (n° 21). 336

Annales de l'Observatoire du Mont-Blanc (tome II), publiées sous la direction de M. J. Vallot (n° 7) 112

Annuaire de l'Armée française pour 1897 (n° 25) 404

Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année 1897 (n° 11) 176

Annuaire de la Marine pour 1897 (n° 25) . . 404

Annuaire de l'Observatoire municipal de Montsouris pour l'année 1897 (Analyse et travaux de 1895) (n° 13). 208

Applications (les) de l'électricité, par J. Sageret (n° 13). 208

Argent (l'), par L. de Launay (n° 5). 80

Ascenseurs : Ascenseurs hydrauliques, ascenseurs hydrauliques avec emploi de moteurs à air comprimé, à gaz ou électriques, ascenseurs électriques, par G. Dumont et G. Baignères (n° 17). 272

Berlin und Seine Bauten (n° 2). 32

Carbure (le) de calcium et l'acétylène, par Ch. de Perrodil (n° 20) 320

Code pratique de la réglementation du travail dans les Industries du bâtiment et celles qui s'y rattachent, par Jules Brodu et Eugène Despagnat (n° 17) 272

Dynamo (la), par Hawkins et Wallis, traduit de l'anglais par E. Boistel (n° 13). 208

Éclairage (l') : Éclairage électrique, par Julien Lefèvre *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire)* (n° 17) 272

Éclairage (l') : Éclairage aux gaz, aux huiles, aux acides gras, par Julien Lefèvre *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire)* (n° 24). 388

Eisenbahn-technik (die) der Gegenwart (tome 1er) (n° 22) 352

Elektricität direkt aus Kohle (Production directe de l'électricité par le charbon), par Étienne de Fodor (n° 25). 404

Elektrochemische Vebungsaufgaben, par le Dr Félix Oettel (n° 23) 371

Éléments d'astronomie et de navigation, par J. de Chabannes la Palice (n° 17). 272

Entwicklung, Bau und Betrich der electrischen Ofen, par le Dr W. Borchers (n° 24) 388

Étude sur les chemins de fer français, par H. Bonneau (n° 20) 320

Étude d'une usine élévatoire pour irrigations, par MM. Vigreux et Milandre (n° 13). . . . 208

Explosifs (les) et les Explosions au point de vue médico-légal, par P. Brouardel (n° 11) . . . 176

Fermes de combles, charpentes en bois ; types usuels, par P. Planat (n° 21). 336

Guide pour le soufflage du verre, par le Dr H. Ebert, traduit de l'allemand par P. Lugol (n° 13). 208

Pages

Hygiène générale et hygiène industrielle, par le Dr Léon Duchesne *(Encyclopédie des Travaux publics)* (n° 11) 176

Industrie (l') du blanchissage et les blanchisseries, par A. Bailly (n° 6). 96

Informação sobre o arrendamento das estradas de ferro, par Miguel de Teive e Argollo (n° 10) 160

Irrigations (les) de la région aride aux États-Unis, par M. A. Ronna (n° 5) 80

Leçons de cinématique professées à la Sorbonne, par G. Kœnigs (n° 19). 304

Leçons sur l'électricité et le magnétisme (tome 1er), par M. Mascart (n° 8). 128

Leçons élémentaires de photographie pratique, par G.-H. Niewenglowski (n° 19). 304

Locomotives (les) suisses, par Camille Barbey (n° 6) 96

Manuale dell' Ingegnere civile e industriale, par G. Colombo (n° 8). 128

Manuel du Mécanicien de chemin de fer, par Pierre Guédon (n° 21). 336

Manuel du Microscope à l'usage du débutant, par le Dr Albert Miquet (n° 12). 192

Manuel de Téléphonie, par Maurice Gillet (n° 7) 112

Métropolitain (le) rationnel et ses conséquences au point de vue du développement des constructions et de l'avenir de Paris, par Gustave Pereire (n° 18). 288

Neuere Kühlmaschinen, par le Dr H. Lorenz (n° 13). 208

Or (l'), par H. Becker (n° 13) 208

Pain (le) et la Panification, par L. Boutroux (n° 15). 240

Piles (les) électriques, par Ch. Fabry *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire)* (n° 25) . 404

Plomberie : Eau, Assainissement, Gaz, par J. Denfer *(Encyclopédie des Travaux publics)* (n° 16). 256

Practica usual de los calculos de estabilidad de los puentes. Exposicion elemental, par D. Luis Gaztelu (n° 3) 48

Procédés généraux de Forgeage dans l'Industrie, par C. Codron (n° 16). 256

Projet de table de triangulaires de 1 à 100 000, par A. Arnaudeau (n° 10). 160

Recueil de procédés de dosage pour l'analyse des combustibles, des minerais de fer, des fontes, des aciers et des fers, par G. Arth (n° 16). . 256

Répartition, par département, des chemins de fer d'intérêt général en France. Ses inégalités ; moyens d'y remédier, par M. Pichon (n° 25). 404

Schornsteinbau (der), par G. Lang (n° 5) . . . 80

Service (du) médical dans les travaux de construction, par le Dr Barthe de Sandfort (n° 12) 192

Succédanés (les) du chiffon en papeterie, par V. Urbain *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire)* (n° 18) 288

Tables de l'intérêt composé, des annuités et de l'amortissement, par Eugène Pereire (n° 12). 192

Théorie des équations algébriques, par Julius Petersen (traduction par H. Laurent) (n° 15) 240

Théorie de la stabilité des locomotives, par J. Nadal (n° 22). 352

Traité élémentaire de Mécanique chimique fondée sur la Thermodynamique, par P. Duhem, (n° 23). 372

Traité des industries céramiques : terres cuites, produits réfractaires, faïences, grès, porcelaines, par E. Bourry (n° 12) 192

Pages

Traité pratique de la procédure des faillites et des liquidations judiciaires, par C. Maréchal (n° 2) . . . 32
Traité théorique et pratique de métallurgie : cuivre, plomb, argent, or; par G. Schnabel (*Compte rendu par* U. Le Verrier) (n° 1) . . 12
Transformateurs (les) d'énergie électrique, par P. Dupuy (n° 12) . . . 192
Venin (le) des Serpents, Physiologie de l'envenimation, Traitement des morsures venimeuses par le serum des animaux vaccinés, par le Dr A. Calmette (n° 12) . . . 192
Yahrbuch der Elektrochemie. Berichte über die Fortschritte des Yahres 1895, par les Drs W. Nernst et W. Borchers (n° 9) . . . 144

CHEMINS DE FER

Block-system (les appareils de) automatiques aux États-Unis (n° 3) . . . 43
Chemins de fer en Chine (n° 3) . . . 47
Chemin (le) de fer de Mandchourie (n° 9) . . . 143
Construction rapide d'une voie ferrée pour la revue du Camp de Châlons (octobre 1896) (n° 4) . . . 53
Coussinet à billes pour wagons (n° 22) . . . 349
Coussinet à serrage automatique pour voies ferrées. C. Chenu (n° 20) . . . 318
Dilatation des rails soudés (n° 1) . . . 10
Éclairage électrique des trains (n° 9) . . . 142
États-Unis. Les appareils de block-system automatiques aux États-Unis (n° 3) . . . 43
État actuel du réseau des chemins de fer russes (n° 7) . . . 111
Frein (nouveau) électro-pneumatique pour chemins de fer, système Chapsal. G. Richou (n° 18) 280
Gare (la nouvelle) de Madrid-Atocha. (*Planche XXV.*) J.-N. Süss et H. Messier de Saint-James (n° 25) . . . 389
Ligne (nouvelle) de chemin de fer de Milan à Munich par l'Engadine (n° 5) . . . 79
Locomotive (nouvelle) à gaz (n° 23) . . . 370
Locomotive d'express à cinq essieux dont deux couplés. (*Planche IV.*) (n° 4) . . . 52
Métropolitain (le) de Paris. Projet du Conseil municipal (n° 21) . . . 327
Note sur la consommation d'eau des locomotives (n° 11) . . . 172
Note sur un nouveau levier de manœuvre pour changement de voie, employé sur le réseau belge. A. Lechat (n° 2) . . . 22
Plate-forme tournante à pivot central (n° 5) . 78
Ponts-levis équilibrés pour voies ferrées, établis en Amérique (n° 6) . . . 92
Progrès (les) récents du Canada et l'influence du développement des chemins de fer (n° 10). 153
Réseau (le) des chemins de fer français au 31 décembre 1896 (n° 18) . . . 286
Serrure autoclave à cran de sûreté pour portières de la Compagnie du chemin de fer du Nord (n° 1) . . . 11
Statistique des chemins des fer et tramways électriques européens (n° 23) . . . 370
Trains express (les nouveaux) anglais en 1896. Paul Jayez (n° 5) . . . 74
Tramway automobile avec moteur à gazoline (n° 23) . . . 367
Tramway électrique souterrain de Budapest. (*Planche XIII.*) Rudolf Zerner (n° 13) . . . 193
Tramways électriques d'Angers. (*Planche XXI.*) G. Richou (n° 21) . . . 321
Tramways électriques de Rouen. C. Jimels (n° 9) . . . 129
Tramways (les) électriques. (*Compte rendu bibliographique*) (nos 3 et 4) . . . 42. 59
Transformateurs-redresseurs (application des) dans l'exploitation des chemins de fer (n° 25). 399
Transmission de la puissance motrice à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer. G. Dumont et G. Baignères (nos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 et 23). 133, 149, 162, 181, 196, 211, 229, 245, 259, 274, 292, 306, 324, 339 et 358
Ventilation des wagons (n° 23) . . . 369

CHIMIE INDUSTRIELLE

Analyse de la glace destinée à l'alimentation. Julien Lefèvre (n° 22) . . . 348
Appareil pour la production simultanée du gaz d'éclairage et du sulfate d'ammoniaque (n° 10). 156
Électro-déposition de l'or (note sur l') (n° 6) . 94
Explosifs (les) de sûreté. Leur fabrication, leurs propriétés et leurs usages. H. Schmerber (nos 7 et 8) . . . 100, 115
Falsification de la bière par le bisulfite de chaux (n° 5) . . . 78
Filtre (nouveau) à grand débit et à nettoyage rapide (n° 13) . . . 282
Générateur turbo-électrique pour la préparation de la soude caustique (n° 3) . . . 46
Impuretés du carbure de calcium commercial. L. Bullier et Ch. de Perrodil (n° 2) . . . 24
Pétrole (le). Gisements, essais des huiles, épuration, principales applications industrielles. Gérard Lavergne (nos 22 et 23) . . . 345, 363
Phosphates (les) de Carentan. Hoffmann (n° 8) 118
Savons (fabrication de) avec la graisse provenant des égouts (n° 2) . . . 31
Traitement (note sur le) des eaux industrielles en Angleterre. Julien Lefèvre (n° 1) . . . 4
Tuyaux en papier (emploi de) pour les conduites de gaz (n° 7) . . . 111
Utilisation des solutions de bisulfite de chaux provenant des papeteries pour la fabrication des briquettes de charbon (n° 8) . . . 126
Vinification (recherches sur la) et sur la réfrigération des moûts. A. Muntz et E. Rousseaux (n° 22) . . . 343
Verrerie (état actuel de la) en Allemagne (n° 8). 127
Zinc électrolytique (n° 13) . . . 206

CONCOURS

Concours pour un projet d'omnibus automobile organisé par la Compagnie générale des Omnibus de Paris (n° 2) . . . 29
Concours pour la chaire de machines agricoles et de constructions rurales à l'Institut national agronomique (n° 9) . . . 143
Concours de la Société des Ingénieurs civils de France (prix Giffard 1899) (n° 11) . . . 175
Concours de la Société de l'Industrie minérale de Saint-Étienne, en 1897 (n° 12) . . . 191
Concours pour voitures de places automobiles (n° 21) . . . 334

CONGRÈS

Société des Ingénieurs civils de France. Congrès de 1896. G. Baignères (n° 10) . . . 155

CONSTRUCTIONS CIVILES

Abattoir général de la rive gauche, à Paris (nos 16, 19 et 20) . . . 241, 289, 305
Application du système cantilever aux combles métalliques. Jules Gaudard (nos 6 et 7) . 89, 107
Application du système cantilever aux combles métalliques. Épreuves du viaduc de Grandfey. (*Correspondance.*) Jules Gaudard (n° 25) . . 401
Fabrication du ciment de laitier à l'usine de Vitry-le-François (n° 3) . . . 39
Four continu pour la fabrication du ciment (n° 12) . . . 190
Halle (la) des machines de l'Exposition nationale suisse de Genève. (*Planche I.*) Jules Gaudard (n° 1) . . . 1
Palais (le) de l'École et de l'Exposition des Beaux-Arts sur la terrasse Brühl, à Dresde. (*Planche VIII.*) G. Saladin (n° 8) . . . 113
Réservoir de Saint-Cloud pour l'alimentation de Paris au moyen des eaux de la Vigne et de Verneuil. (*Planche II.*) L. Arraou (n° 2) . . 17
Société des Ingénieurs civils de France. Inauguration du nouvel hôtel. G. Richou (n° 11). 161

CONSTRUCTION DES MACHINES

Application des pompes à air indépendantes sur les cuirassés (n° 21) . . . 329
Arrêt automatique pour machines à vapeur (n° 23) . . . 370
Cisaille (nouvelle) à vapeur (n° 25) . . . 402
Cisaille, poinçonneuse et mortaiseuse (n° 21) . 334
Coussinets en verre (n° 3) . . . 47
Faisceaux tubulaires à vaporisation rapide (n° 13) . . . 206
Frein (nouveau) électro-pneumatique pour chemins de fer, système Chapsal. G. Richou (n° 18) . . . 280
Graisseur Ottewell à alimentation apparente (n° 11) . . . 175
Machine pour contrôler la qualité des lubrifiants (n° 6) . . . 94
Machine pour essayer les tubes coudés (n° 6) . . 95
Machines à essayer le métal des coussinets (n° 8) . . . 127
Machine à faire les clous et à clouer les boites, dite « Ductor » (n° 11) . . . 175
Mesures propres à éviter les coups d'eau dans les machines à vapeur (n° 8) . . . 125
Mesures propres à éviter les coups d'eau dans les machines à vapeur. (*Correspondance.*) Henri Richard (n° 13) . . . 205
Monte-charges. Nouveau mode de fermeture pour les portes (n° 3) . . . 47
Moteur (nouveau) à vapeur à simple effet et à expansion multiple (n° 2) . . . 27
Origine et développement de la transmission funiculaire (n° 3) . . . 40
Paliers à rouleaux pour tramways (n° 18) . . . 286
Perceuse multiple (n° 12) . . . 187
Presse électrique à souder (n° 1) . . . 13
Régulateur automatique d'alimentation pour chaudières à vapeur (n° 1) . . . 15
Régulateur (nouveau) dynamométrique pour la commande des dynamos (n° 19) . . . 302
Resserrage (nouvelle méthode de) des bandages E. Henry (n° 18) . . . 285
Riveuse (nouvelle) portative pour ponts et charpentes (n° 2) . . . 31
Système (installation d'un) central de condensation, pour moteurs à vapeur, au charbonnage d'Ewald. (*Planche XXIV.*) H. Wuilleumier (n° 24) . . . 377
Transmission à vitesses variables, système Osgood (n° 16) . . . 254
Turbines (emploi des) à axe horizontal pour la commande des dynamos. (*Planche XIX.*) Albert Butin (n° 19) . . . 296

CONSTRUCTIONS NAVALES

Bateau sous-marin roulant (n° 19) . . . 302
Dock à manœuvre hydraulique de l' « Union Iron Works », à San Francisco (États-Unis) (n° 9) . . . 140
Essais (les) du croiseur anglais le *Terrible* (n° 12) . . . 191
Essais (les) du *Jauréguiberry* (n° 18) . . . 285
Monitor (le) *Amphitrite*, cuirassé garde-côtes de la marine des États-Unis (n° 11) . . . 173
Statistique de la construction des navires en 1896 (n° 14) . . . 222
Système (nouveau) de construction des gouvernails pour navires. H. Béliard (n° 21) . . . 334
Vapeur (le) géant « Pennsylvania » (n° 25) . . 402

ÉCOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES

Bal de l'Association amicale des anciens élèves de l'École (n° 14) . . . 222
Réunion générale annuelle de l'Association des anciens élèves (n° 1) . . . 14

ÉLECTRICITÉ

Appareils de démonstration (description de deux nouveaux). Eugène Hoffmann (n° 9) . . . 142
Contacts aériens (nouveau système de) pour tramways électriques (n° 18) . . . 284
Contacts aériens (nouveau système de) pour tramways électriques. (*Correspondance.*) Marcel Deprez (n° 24) . . . 386
Courants polyphasés (note sur les) (n° 8) . . . 122
Distribution électrique de lumière et de force, à Briançon. (*Planche XV.*) Ch. Dantin (nos 14 et 15) . . . 209, 225
Dynamo (nouveau type de) à courants continus (n° 10) . . . 150
Éclairage électrique de l'avenue de l'Opéra, à Paris (n° 4) . . . 60
Fixation des fils d'armature au collecteur des dynamos (n° 16) . . . 254



	Pages
Frein (nouveau) électro-pneumatique pour chemins de fer, système Chapsal. G. Richou (n° 18)	280
Générateur turbo-électrique pour la préparation de la soude caustique (n° 3)	46
Irrigations et transmission électrique de Korachieh (domaines de l'État égyptien). *Planche XVI.* H. de La Valette (n° 16)	247
Lampe à arc enfermé. A. Winkler (n° 15)	232
Locomotive (une nouvelle) électrique de mines (n° 5)	65
Perforation électrique d'une galerie (n° 11)	165
Pont roulant électrique de 60 mètres de portée. *Planche XIV.* G. Richou (n° 14)	216
Préparation du ferro-chrome au four électrique (n° 21)	333
Presse électrique à souder (n° 1)	13
Recherche d'un défaut dans une armature (n° 15)	237
Recherche des défauts dans une armature (nouvelle méthode de M. Marcel Deprez) (n° 17)	269
Régulateur (nouveau) dynamométrique pour la commande des dynamos (n° 19)	302
Sécurité (mesures de) à prendre dans les installations électriques (n° 2)	30
Station centrale électrique de Johannesburg (Transvaal). F. Schiff (n° 24)	373
Statistique des chemins de fer et tramways électriques européens (n° 23)	370
Télégraphie sans fils (n° 17)	270
Traction (la) électrique à Paris. Henri Maréchal (n° 19)	298
Trains (éclairage électrique des) (n° 9)	142
Tramway électrique souterrain de Budapest. *Planche XIII.* Rudolf Zerner (n° 13)	193
Tramways électriques (les). (*Compte rendu bibliographique.*) (n°s 3 et 4) . . . 42,	59
Tramways électriques d'Angers. *Planche XXI.* G. Richou (n° 21)	321
Tramways électriques de Rouen. C. Jimels (n° 9)	129
Transformateurs-redresseurs (application des) dans l'exploitation des chemins de fer (n° 25)	399
Transmission de la puissance motrice à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer. G. Dumont et G. Baignères (n°s 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 et 23). 131, 149, 162, 181, 196, 211, 229, 245, 259, 274, 292, 306, 324, 339,	358
Transports électriques par voie aérienne des hauts fourneaux de Duisburg-Hochfeld (Westphalie). *Planche XII.* (n° 12)	185
Turbines (emploi des) à axe horizontal pour la commande des dynamos. *Planche XIX.* Albert Butin (n° 19)	296
Ventilateur mû par l'électricité (n° 5)	79

ENSEIGNEMENT

Concours pour la chaire de machines agricoles et de constructions rurales à l'Institut national agronomique (n° 9)	143
Cours publics du Conservatoire des Arts et Métiers (année 1896-1897) (n° 1)	15

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

Conseil supérieur du Travail (n° 9)	142
Industries textiles (le progrès des) aux États-Unis. E. Levasseur (n°s 14, 15 et 17). 218, 233,	267
Société française des habitations à bon marché (n° 22)	350
Travaux (les) de l'Office du Travail en 1895. E. de Ronchamp (n°s 12 et 13) 189,	204

EXPOSITION DE 1900

Les Comités départementaux pour l'Exposition de 1900 (n° 1)	15
Travaux préparatoires. Nouveaux palais des Champs-Élysées. Clauses et conditions imposées aux entrepreneurs (n° 3)	44
Démolition du Palais de l'Industrie. Pont Alexandre III (n° 7)	111
Architectes chargés de la construction des édifices (n° 8)	127
Comités départementaux; service médical; travaux (n° 12)	190
Adjudication des fondations du pont Alexandre III (n° 13)	206
Les nouveaux palais des Champs-Élysées. Projets définitifs. *Planches XVII et XVIII.* (n°s 17 et 18) . . . 257,	273
Les chemins de fer de l'Exposition (n° 19)	302
Démolition du pavillon de la Ville de Paris (n° 19)	302
Service médical (n° 19)	302

EXPOSITIONS

La halle des machines de l'Exposition nationale suisse de Genève. *Planche I.* Jules Gaudard (n° 1)	1
Exposition internationale de Bruxelles en 1897 (n° 10)	159
Exposition à Lille à 1897 (n° 10)	159
Exposition centre-américaine en 1897 (n° 12)	191
Exposition internationale de Bruxelles (n° 13)	206
Deuxième Exposition de moteurs et de machines-outils à Munich, en 1898 (n° 15)	238
L'Industrie hongroise à l'Exposition du Millénaire, à Budapest (1896). Ch. Rosambert (n°s 20 et 22) . . . 314,	341

GÉOLOGIE

Une nouvelle théorie de l'inclinaison des couches aurifères au Witwatersrand. F. Schiff (n° 6)	87

HYDRAULIQUE

Alimentation (l') de Paris en eaux de source et de rivière (n° 8)	126
Appareils de chasse des réservoirs. P. Frick (n° 9)	137
Captages d'eau de Quimper (n° 17)	268
Dock à manœuvre hydraulique de « l'Union Iron Works » à San Francisco (États-Unis) (n° 9)	140
Écoulement (remarques sur l') de l'eau dans le nouvel aqueduc allant du lac Katrine à Glasgow (n° 1)	8
Irrigations et transmission électrique de Korachieh (domaines de l'État égyptien). *Planche XVI.* H. de La Valette (n° 16)	247
Réservoir de Saint-Cloud pour l'alimentation de Paris au moyen des eaux de la Vigne et de Verneuil. *Planche II.* L. Abraou (n° 2)	17
Turbines (emploi des) à axe horizontal pour la commande des dynamos. *Planche XIX.* Albert Butin (n° 19)	296

HYGIÈNE

Analyse de la glace destinée à l'alimentation. Julien Lefèvre (n° 22)	348
Appareil de chasse mobile pour le curage et le lavage des égouts de faible section. Henri Béliard (n° 8)	123
Évacuation et traitement des eaux d'égout et des ordures ménagères. Système appliqué à Longhborough (Angleterre). *Planche IX.* Geo. Renel (n° 9)	135
Filtre (nouveau) à grand débit et à nettoyage rapide (n° 13)	202
Fours crématoires (nouveaux). Systèmes Schneider et Klingenstierna (n° 24)	382
Masque respirateur (résultats obtenus par l'emploi d'un bon) contre les poussières. Ch. Bugogne (n° 14)	222
Mélangeur dosimétrique pour la désinfection des grandes surfaces (n° 2)	30
Purification des eaux ferrugineuses (n° 23)	369

INDUSTRIES TEXTILES

Garde-navettes pour métiers à tisser. Henri Mamy (n° 11)	170
Progrès (le) des industries textiles aux États-Unis. E. Levasseur (n°s 14, 15 et 17) . . 218, 233,	267

JURISPRUDENCE

	Pages
Architectes et entrepreneurs. Les lacunes du Code civil. Louis Rachou (n° 8)	124
Chronique de jurisprudence. Louis Rachou (n° 10)	158
Conventions (des) de congédiement sans indemnité et sans délai de prévenance. Louis Rachou (n° 12)	188
Liberté (la) de la profession d'architecte. Louis Rachou (n° 5)	76
Observations pratiques à propos de la loi sur la saisie-arrêt des salaires et petits traitements. Max Delastre (n°s 23 et 24) 367,	384
Transport (du) des machines par colis séparés. Louis Rachou (n° 4)	61

MARINE

Bateau sous-marin roulant (n° 19)	302
Essais (les) du croiseur anglais le *Terrible* (n° 12)	191
Essais (les) du *Jauréguiberry* (n° 18)	285
Monitor (le) *Amphitrite*, cuirassé garde-côtes de la marine des États-Unis (n° 11)	173
Statistique de la construction des navires en 1896 (n° 14)	222

MÉCANIQUE

Appareil de chargement pour navires, système T. Long (n° 12)	186
Appareil pour la vérification des ressorts des indicateurs à diagrammes (n° 3)	47
Arrêt automatique pour machines à vapeur (n° 23)	370
Charrue mécanique automobile (n° 20)	318
Comparaison entre les divers moyens d'obtenir la force motrice nécessaire à la propulsion des automobiles. Marcel Deprez (n°s 16, 17 et 18) . . . 251, 262,	276
Distribution électrique de lumière et de force, à Briançon. *Planche XV.* Ch. Dantin (n°s 14 et 15) . . . 209,	225
Expériences sur les coussinets en verre (n° 14)	217
Générateur turbo-électrique pour la préparation de la soude caustique (n° 3)	46
Origine et développement de la transmission funiculaire (n° 3)	40
Perceuse multiple (n° 12)	187
Pompes à air indépendantes (application des) sur les cuirassés (n° 21)	329
Pont roulant électrique de 60 mètres de portée. *Planche XIV.* G. Richou (n° 14)	216
Ponts-levis équilibrés pour voies ferrées, établis en Amérique (n° 6)	92
Procédé pour travailler et tourner le granit (n° 11)	175
Transmission de la puissance motrice à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer. G. Dumont et G. Baignères. *Voir ci-dessus à la rubrique* Électricité.	
Transporteur (le) Temperley. Géo. Renel (n° 4)	49
Transporteurs pneumatiques pour la manutention des grains (n° 23)	362
Travail produit par un kilogramme de charbon dans les machines à vapeur (n° 13)	205

MÉTALLURGIE

Briques Roberts pour les empilages des appareils à air chaud. F. Valton (n° 15)	235
Casse-fonte (système de) employé en Amérique (n° 4)	62
États-Unis. Production de l'aluminium (n° 12)	191
Extraction (nouveau procédé d') des métaux précieux de leurs minerais (n° 12)	191
Fabrication (nouveau procédé pour la), à haute température, des barres métalliques de toutes sections. N. Trebla (n° 14)	214
Hauts fourneaux (nouvelle installation de) de la Carnegie Steel C°, à Duquesne (Pensylvanie). *Planche XXIII.* Eugène Maglin (n° 23)	353
Industrie (l') hongroise à l'Exposition du Millénaire, à Budapest (1896). Ch. Rosambert (n°s 20 et 22) . . . 314,	341
Lignes de Luders ou lignes superficielles qui apparaissent sur les métaux déformés. Ch. Frémont (n°s 7 et 8) . . . 104,	117



Pages

Or. Récents progrès de la métallurgie de l'or. Julien Lefèvre (n° 3). 35
Origines du procédé Bessemer (n° 8) 119
Ouvrage (un) allemand de vulgarisation sur l'industrie du fer et de l'acier (n° 2) 27
Plaques (essais récents de) en acier cémenté (1895-1896). L. Baclé (n° 20) 311
Préparation du ferro-chrome au four électrique (n° 20). 333
Procédé Mac Arthur-Yates pour minerais aurifères (n° 7). 110
Production des fers, fontes et aciers en France pendant les années 1895 et 1896 (n° 22). . . 350
Production des minerais de fer en Allemagne pendant l'année 1895 (n° 7) 111
Traité (le) de métallurgie du docteur Schnabel. Cuivre, plomb, argent, or. U. Le Verrier (n° 1) 12
Transports électriques par voie aérienne des hauts fourneaux de Duisburg-Hochfeld (Westphalie). (Planche XII.) (n° 12) 185
Zinc électrolytique (n° 13). 206

MINES

Décret relatif aux mines en Annam et au Tonkin (n° 18) 286
Diamants découverts dans un ancien volcan (n° 20). 318
Dynamitières (conditions d'établissement des) (n° 25). 393
École nationale supérieure des Mines. Modifications apportées au programme d'admission (n° 1) 15
Fonçage des puits au Witwatersrand (n° 17). . 270
Inclinaison (une nouvelle théorie de l') des couches aurifères au Witwatersrand. F. Schiff (n° 6) 87
Industrie (l') hongroise à l'Exposition du Millénaire, à Budapest (1896). Ch. Rosambert (n°s 20 et 22) 314, 341
Locomotive (une nouvelle) électrique de mines (n° 5) 65
Mines d'Australie. Mines d'étain « Mount Bischoff » en Tasmanie. (Planche XI.) (n° 11) . 167
Or. L'or dans l'Australie occidentale. F. Schiff (n° 13) 199
Or. L'or dans l'État d'Orange (n° 16). 254
Or. La production de l'or en Russie, en 1895 (Correspondance. R. de Batz (n° 17). . . . 269
Or. La production de l'or en 1896. R. de Batz (n° 15). 235
Or. Note sur l'électro-déposition de l'or (n° 6). 94
Perforation électrique d'une galerie (n° 11) . . 165
Production des minerais de fer en Allemagne pendant l'année 1895 (n° 7) 111
Production de minerais de manganèse en Russie (n° 10). 159
Puits (le plus profond) du monde (n° 6) . . . 94
Statistique des industries minérales et des appareils à vapeur, en France, pour l'année 1895 (n° 14) 221

NÉCROLOGIE

M. Alfred Tresca. (n° 4). 63
M. Adolphe Japy (n° 17) 270

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Appareil Hampson pour la liquéfaction des gaz. Gérard Lavergne (n° 1) 10
Briquettes (nouvelles) de pétrole (n° 1) 14
Chaudière multitubulaire, système Reed (n° 14) 220
Chaudières à petits éléments (mesures propres à augmenter la sécurité de l'emploi des). Gérard Lavergne (n° 25). 396
Chaudières pompéiennes (n° 22) 350
Chaux. Étude comparative sur les procédés de cuisson de la chaux (n° 16) 218
Comparaison entre le gaz et l'électricité employés pour l'éclairage, la force motrice et le chauffage (n° 2). 31
Densimètre (nouveau) à échelle métrique (n° 4) 62
Détermination de la quantité d'eau contenue dans la vapeur (n° 25). 397
Éclairage des voies publiques. Allumage des foyers. Henri Maréchal (n° 5). 66
Éclairage. Prix de revient comparatifs des différents systèmes (n° 8) 126
Épurateur d'huile de graissage (n° 15) 238
Liquéfaction des gaz (appareil Hampson pour la). Gérard Lavergne (n° 1) 10
Lumière à incandescence (recherches sur la) dans les becs du système Auer (n° 24) . . . 386
Naphte (adoption du) pour le chauffage des torpilleurs russes (n° 24) 386
Production de la force par la chaleur au moyen des machines en série (système Wellington) (n° 25). 401
Système (installation d'un) de condensation, pour moteurs à vapeur, au charbonnage d'Ewald. (Planche XXIV.) H. Wuilleumier (n° 24). 377
Utilisation des combustibles (n°s 18, 19, 20 et 21). 282, 301, 316, 333
Ventilateur mû par l'électricité (n° 5) 79
Ventilateurs à force centrifuge (note sur l'étude et l'essai des). Paul Jayez (n° 4) 55

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Application du système cantilever aux combles métalliques. Jules Gaudard (n°s 6 et 7) 89, 107
Application du système cantilever aux fermes métalliques. Épreuves du viaduc de Grandfey. (Correspondance.) Jules Gaudard (n° 25). 401
Causes d'explosion des bouteilles à gaz comprimés ou liquéfiés. Ernest Hubou (n° 17) . 263
Coussinets. Machine à essayer le métal des coussinets (n° 8) 127
Coussinets en verre (expériences sur les) (n° 14) 217
Lignes de Lüders ou lignes superficielles qui apparaissent sur les métaux déformés. Ch. Frémont (n°s 7 et 8). 104, 117
Plaques (essais récents de) en acier cémenté (1895-1896). L. Baclé (n° 20) 311

SCIENCES

Appareils électriques de démonstration (description de deux nouveaux). Eugène Hoffmann (n° 9) 142
Division des angles (appareils pour la) en parties égales (n° 1) 14
Division d'un arc de cercle (solution graphique pour la) en un nombre quelconque de parties égales (n° 15). 238
Recherche (appareil pour la) des projectiles égarés dans le corps humain (n° 23) 370

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences. Extraits des comptes rendus des séances.

Séance du 26 octobre 1896 (n° 1). . . . 16
— 2 novembre — (n° 2). . . . 32
— 9 — — (n° 3). . . . 48
— 16 — — (n° 4). . . . 64
— 23 — — (n° 5). . . . 80
— 30 — — (n° 6). . . . 96
— 7 décembre — (n° 7). . . . 112
— 14 — — (n° 8). . . . 128
— publique annuelle du 21 décembre 1896 (n° 9). . . . 143
— 28 — — (n° 10). . . . 160
— 4 janvier 1897 (n° 11). . . . 176
— 11 — — (n° 12). . . . 192
— 18 — — (n° 13). . . . 207
— 25 — — (n° 14). . . . 223
— 1er février — (n° 15). . . . 239
— 8 — — (n° 16). . . . 255
— 15 — — (n° 17). . . . 271
— 22 — — (n° 18). . . . 287
— 1er mars — (n° 19). . . . 303
— 8 — — (n° 20). . . . 319
— 15 — — (n° 21). . . . 335
— 22 — — (n° 22). . . . 351
— 29 — — (n° 23). . . . 371
— 2 avril — (n° 24). . . . 387
— 9 — — (n° 25). . . . 403

Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Extrait du compte rendu de la séance du 13 novembre 1896 (n° 5). 80

Société des Ingénieurs civils. Extraits des comptes rendus des séances.

Séance du 16 octobre 1896 (n° 1). 16
— 6 novembre — (n° 4). 64
— 20 — — (n° 6) 96
— 4 décembre — (n° 7). 112
— 18 — — (n° 8). 128
— 15 janvier 1897 (n° 13). 207
— 22 — — (n° 14). 223
— 5 février — (n° 16). 255
— 19 — — (n° 18). 287
— 5 mars — (n° 20). 319
— 19 — — (n° 22). 351
— 2 avril — (n° 24). 387

TRAMWAYS

Contacts aériens (nouveau système de) pour tramways électriques (n° 18). 284
Contacts aériens (nouveau système de) pour tramways électriques. (Correspondance.) Marcel Deprez (n° 24). 386
Paliers à rouleaux pour tramways (n° 18) . . 286
Statistique des chemins de fer et tramways électriques européens (n° 23) 370
Traction (la) électrique à Paris. Henri Maréchal (n° 19) 298
Tramway électrique souterrain de Budapest. (Planche XIII.) Rudolf Zerner (n° 13). . . 193
Tramway automobile avec moteur à gazoline (n° 23) 367
Tramways électriques d'Angers. (Planche XXI.) G. Richou (n° 21). 321
Tramways électriques de Rouen. C. Jimels (n° 9) 129
Tramways électriques de Rouen. (Correspondance.) Chaligny (n° 13) 205
Tramways (les) électriques. (Compte rendu bibliographique de l'ouvrage de M. H. Maréchal, n°s 3 et 4) 42, 59

TRAVAUX PUBLICS

Achèvement (l') de la rue Réaumur, à Paris. C. Jimels (n° 12) 177
Air comprimé (emploi de l') dans la construction du réservoir de Jerôme Park, à New-York (n° 25) 398
Chapes (les) imperméables sur les ponts en maçonnerie (n° 10) 158
Drague hydraulique à succion pour l'amélioration des passes du Mississipi. (Planche X.) Ch. Dantin (n° 10) 151
Emploi des gros graviers pour la construction des batardeaux (n° 7). 110
Métropolitain (le) de Paris. Projet du Conseil municipal (n° 21) 327
Origine des coutumes relatives à la pose de la première pierre d'un pont (n° 5). 77
Organisation d'un chantier pour l'exécution d'un égout en Amérique (n° 5). 75
Pont en béton à rotules découvertes, sur le Danube, près d'Insigkofen. (Planche XXII.) (n° 22). 337
Pont tournant à quatre voies ferrées sur la rivière de Harlem, à New-York. (Planche III.) P. Basquin (n° 3). 33
Ponts (les) tournants du canal de Kiel. Pont d'Œsterrenfeld. (Planche XX.) (n° 20) . . . 309
Port de Dunkerque (travaux d'extension du). Les bassins de Freycinet et l'écluse Trystram. (Planche VI.) A. Dumas (n° 6). 81
Port de Dunkerque (travaux d'extension du). Les formes de radoub et la jetée de l'Est; outillage du port. (Planche VII.) A. Dumas (n° 7) 97
Port de Constantza (Roumanie). G. Richou (n° 23). 361
Port de Constantza (Roumanie). Pose de la première pierre (n° 1). 15
Réservoirs (appareils de chasse des). P. Frick (n° 9) 137
Réservoir de Saint-Cloud pour l'alimentation de Paris au moyen des eaux de la Vigne et de Verneuil. (Planche II.) L. Arraou (n° 2). 17
Réservoir de Jerôme Park, à New-York (emploi de l'air comprimé dans la construction du) (n° 25). 398
Tramway électrique souterrain de Budapest. (Planche XIII.) Rudolf Zerner (n° 13) . . . 193



VARIÉTÉS

Pages

Automobile-Club de France. Règlement du concours des voitures automobiles pour 1897 (n° 3) 46
Bateau sous-marin roulant (n° 19) 302
Chaudières pompéiennes (n° 22) 350
Construction d'un omnibus automobile à Londres (n° 4) 63
Course de voitures automobiles entre Marseille, Fréjus, Nice et Monte-Carlo. Ch. Dantin (n° 18) 278
Digestion (la) de Paris (n° 18) 286
Inauguration du nouvel Hôtel de la Société des Ingénieurs civils de France. G. Richou 161
Inauguration de la rue Réaumur (n° 15) . . . 238
Indicateurs par coordonnées pour l'orientation du public dans les grandes villes (n° 5) . . . 78
Influence des perturbations météorologiques sur les explosions spontanées avec ou sans déflagration (n° 3) 45
Origine des coutumes relatives à la pose de la première pierre d'un pont (n° 5) 77
Procédé (nouveau) pour imprimer les dessins sur la fonte de fer (n° 6) 95
Recherche (appareil pour la) des projectiles égarés dans le corps humain (n° 23) 370
Tombeau (le) de M. Pasteur à l'Institut Pasteur. Description de la crypte et cérémonie de la translation du corps. Ch. Talansier (n° 10) 145
Transport (le) du poisson et les chasseurs à vapeur. (*Planche V.*) P. Dubar (n° 5) . . . 70

PLANCHES

Planche I: La Halle des machines de l'Exposition nationale suisse de Genève.

Planche II: Réservoir de Saint-Cloud.

Planche III: Pont tournant à quatre voies ferrées sur la rivière de Harlem, à New-York.

Planche IV: Locomotive d'express à cinq essieux dont deux couplés.

Planche V: Wagons, système Halir, pour le transport du poisson vivant.

Planches VI et VII: Travaux d'extension du port de Dunkerque.

Planche VIII: Le Palais de l'École et de l'Exposition des Beaux-Arts sur la terrasse Brühl, à Dresde.

Planche IX: Évacuation et traitement des eaux d'égout et des ordures ménagères. Système appliqué à Longhborough (Angleterre).

Planche X: Drague suceuse pour la *Missisipi River Commission.*

Planche XI: Installations de la mine d'étain « Mount Bischoff » en Tasmanie (Australie).

Planche XII: Tramway électrique à voie aérienne, et grues électriques des hauts fourneaux de Duisburg-Hochfeld (Westphalie).

Planche XIII: Tramway électrique souterrain de Budapest.

Planche XIV: Pont roulant électrique de 60 mètres de portée.

Planche XV: Distribution électrique de lumière et de force à Briançon.

Planche XVI: Irrigations et transmission électrique de Korachieh (domaines de l'État Egyptien).

Planche XVII: Exposition universelle de 1900. Grand Palais des Beaux-Arts, aux Champs-Élysées. Projet définitif.

Planche XVIII: Exposition universelle de 1900. Petit Palais des Beaux-Arts, aux Champs-Élysées. Projet définitif.

Planche XIX: Nouvelle turbine équilibrée pour grandes chutes.

Planche XX: Ponts tournants sur le canal de Kiel. Pont d'Osterroenfeld.

Planche XXI: Les tramways d'Angers.

Planche XXII: Pont en béton à rotules découvertes, sur le Danube, près d'Inzigkofen.

Planche XXIII: Hauts fourneaux de la Carnegie Steel C°, à Duquesne (Pensylvanie).

Planche XXIV: Installation d'un système central de condensation, pour moteurs à vapeur, au charbonnage d'Ewald.

Planche XXV: La nouvelle gare de Madrid-Atocha.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS D'AUTEURS

Pages

ARRAOU (L.). — Réservoir de Saint-Cloud pour l'alimentation de Paris au moyen des eaux de la Vigne et de Verneuil. *Planche II.* (n° 2) 17

BACLÉ (L.). — Essais récents de plaques en acier cémenté (1895-1896) (n° 20) . . . 311

BAIGNÈRES (G.). — Société des Ingénieurs civils de France. Congrès de 1896 (n° 10). . 155

— (G. DUMONT et). — Transmission de la puissance motrice à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer (n°s 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 et 23). 133, 149, 162, 181, 196, 211, 229, 245, 259, 274, 292, 306, 324, 339, 358

BASQUIN (P.). — Pont tournant à quatre voies ferrées sur la rivière de Harlem, à New-York. *Planche III.* (n° 3) . . . 33

BATZ (DE) (R.). — La production de l'or en 1896 (n° 15). 235

— La production de l'or en Russie, en 1895 (n° 17). 269

BÉLIARD (H.). — Appareil de chasse mobile pour le curage et le lavage des égouts de faible section (n° 8). 123

— Nouveau système de construction des gouvernails pour navires (n° 21) . . . 334

BRICOGNE (Ch.). — Résultats obtenus par l'emploi d'un bon masque respirateur contre les poussières (n° 14) 222

BULLIER (L.) et DE PERRODIL (Ch.). — Impuretés du carbure de calcium commercial (n° 2) 24

BUTIN (Albert). — Emploi des turbines à axe horizontal pour la commande des dynamos. *Planche XIX.* (n° 19). . . . 296

CHALIGNY. — Tramways électriques de Rouen. *(Correspondance.)* (n° 13) 205

CHENU (C.). — Coussinet à serrage automatique pour voies ferrées. *(Correspondance.)* (n° 20). 318

DANTIN (Ch.). — Tricycle avec moteur à essence de pétrole, système de Dion et Bouton (n° 2) 24

— Drague hydraulique à succion pour l'amélioration des passes du Mississipi. *(Planche X.)* (n° 10). 151

— Distribution électrique de lumière et de force, à Briançon. *(Planche XV.)* (n°s 14 et 15) 209, 225

— Course de voitures automobiles entre Marseille, Fréjus, Nice et Monte-Carlo (n° 18). 278

DELASTRE (Max). — Observations pratiques à propos de la loi sur la saisie-arrêt des salaires et petits traitements (n°s 23 et 24). 367, 384

DEPREZ (Marcel). — Comparaison entre les divers moyens d'obtenir la force motrice nécessaire à la propulsion des automobiles (n°s 16, 17 et 18). . 251, 262, 276

— Nouveau système de contacts aériens pour tramways électriques. *(Correspondance.)* (n° 24). 386

DUBAR (P.). — Le transport du poisson et les chasseurs à vapeur. *Planche V.* (n° 5). 70

DUMAS (A.). — Travaux d'extension du port de Dunkerque. Les bassins de Freycinet et l'écluse Trystram. *(Planche VI.)* (n° 6) 81

— Travaux d'extension du port de Dunkerque. Les formes de radoub et la jetée de l'Est ; outillage du port. *(Planche VII.)* (n° 7). 97

DUMONT (G.) et BAIGNÈRES (G.). — Transmission de la puissance motrice à l'aide de l'électricité aux engins des gares de chemins de fer (n°s 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 et 23, 133, 149, 162, 181, 196, 211, 229, 245, 259, 274, 292, 306, 324, 339, 358

FRÉMONT (Ch.). — Lignes de Lüders ou lignes superficielles qui apparaissent sur les métaux déformés (n°s 7 et 8). . . 104, 117

FRICK (P.). — Appareils de chasse des réservoirs (n° 9). 137

GAUDARD (Jules). — La halle des machines à l'Exposition nationale suisse de Genève. *Planche I.* (n° 1). 1

— Application du système cantilever aux combles métalliques (n°s 6 et 7). . 89, 107

— Application du système cantilever aux fermes métalliques. Épreuves du viaduc de Grandfey. *(Correspondance.)* (n° 25). 401

HENRY (E.). — Nouvelle méthode de resserrage des bandages (n° 18) 285

HOFFMANN (Eugène). — Les phosphates de Carentan (n° 8) 118

— Description de deux nouveaux appareils de démonstration (n° 9) 142

HUBOU (Ernest). — Causes d'explosion des bouteilles à gaz comprimés ou liquéfiés (n° 17). 263

JAYEZ (Paul). — Note sur l'étude et l'essai des ventilateurs à force centrifuge (n° 4) . 55

— Les nouveaux trains express anglais en 1896 (n° 5). 74

JIMELS (C.). — Tramways électriques de Rouen (n° 9) 129

— L'achèvement de la rue Réaumur, à Paris (n° 12). 177

LAVERGNE (Gérard). — Appareil Hampson pour la liquéfaction des gaz (n° 1). 10

— Le pétrole. Gisements, essais des huiles, épuration, principales applications industrielles (n°s 22 et 23) 345, 365

— Mesures propres à augmenter la sécurité de l'emploi des chaudières à petits éléments (n° 25) 396

LECHAT (A.). — Note sur un nouveau levier de manœuvre pour changement de voie, employé sur le réseau belge (n° 2) . . 22

LEFÈVRE (Julien). — Note sur le traitement des eaux industrielles en Angleterre (n° 1). 4

— Récents progrès de la métallurgie de l'or (n° 3) 35

— Analyse de la glace destinée à l'alimentation (n° 22). 348

LEVASSEUR (E.). — Le progrès des industries textiles aux États-Unis (n°s 14, 15 et 17) 218, 233, 267

LE VERRIER (U.). — Le traité de métallurgie du docteur Schnabel. Cuivre, plomb, argent, or (n° 1) 12

MAGLIN (Eugène). — Nouvelle installation de hauts fourneaux de la Carnegie Steel C°, à Duquesne (Pensylvanie). *Planche XXIII.* (n° 23) 353

MAMY (Henri). — Garde-navettes pour métiers à tisser (n° 11) 170

MARÉCHAL (Henri). — Éclairage des voies publiques. Allumage des foyers (n° 5). . 66

— La traction électrique à Paris (n° 19). . 298

MESSIER DE SAINT-JAMES (H.). — *(Voir* SÜSS).

MUNTZ (A.) et ROUSSEAUX (E.). — Recherches sur la vinification et sur la réfrigération des moûts (n° 22) 343

OCAGNE (Maurice D'). — Leçons de cinématique professées à la Sorbonne, par G. Kœnigs *(Compte rendu bibliographique.* (n° 19) 304

— Traité élémentaire de mécanique chimique fondée sur la Thermodynamique, par P. Duhem. *(Compte rendu bibliographique.* (n° 23) 372

PERRODIL (Charles DE). — *(Voir* BULLIER).

RACHOU (Louis). — Du transport des machines par colis séparés (n° 4) 61

— La liberté de la profession d'architecte (n° 5) 76

— Architectes et entrepreneurs. Les lacunes du Code Civil (n° 8) 124

— Chronique de jurisprudence (n° 10). . . 158

— Des conventions de congédiement sans indemnité et sans délai de prévenance (n° 12). 188

Pages

RENEL (Geo.). — Le transporteur Temperley (n° 4) 49

— Évacuation et traitement des eaux d'égout et des ordures ménagères. Système appliqué à Longhborough (Angleterre). (*Planche IX.*) (n° 9). 135

RICHARD (Henri). — Mesures propres à éviter les coups d'eau dans les machines à vapeur. (*Correspondance.*) (n° 13) . . 205

RICHOU (G.). — Inauguration du nouvel Hôtel de la Société des Ingénieurs civils (n° 11) 161

— Nouveau frein électro-pneumatique pour chemins de fer système Chapsal (n° 18) 280

— Tramways électriques d'Angers. (*Planche XXI.*) (n° 21). 321

— Travaux du port de Constantza (Roumanie) (n° 23). 361

RONCHAMP (E. DE). — Les travaux de l'Office du Travail en 1895 (n°ˢ 12 et 13) . . 189, 204

ROSAMBERT (Ch.). — L'Industrie hongroise à l'Exposition du Millénaire, à Budapest (1896) (n°ˢ 20 et 22) 314, 341

ROUSSEAUX (E.). — (*Voir* MUNTZ).

SALADIN (G.). — Le Palais de l'École et de l'Exposition des Beaux-Arts sur la terrasse Bruhl, à Dresde. (*Planche VIII.*) (n° 8). 113

SCHIFF (F.). — Une nouvelle théorie de l'inclinaison des couches aurifères au Witwatersrand (n° 6). 87

— L'or dans l'Australie occidentale (n° 13). 199

— Station centrale électrique de Johannesburg (Transvaal) (n° 24). 373

SCHMERBER (H.). — Les explosifs de sûreté. Leur fabrication, leurs propriétés et leurs usages (n°ˢ 7 et 8) 100, 115

SÜSS (J.-N.) et MESSIER DE SAINT-JAMES. — La nouvelle gare de Madrid-Atocha. (*Planche XXV.*) (n° 25). 389

TALANSIER (Ch.). — Le tombeau de M. Pasteur à l'Institut Pasteur. Description de la crypte et cérémonie de la translation du corps (n° 10) 145

TRÉHLA (N.). — Nouveau procédé pour la fabrication, à haute température, des barres métalliques de toutes sections (n° 14) . 214

VALETTE (H. DE LA). — Irrigation et transmission électrique de Korachieh (domaines de l'État Égyptien) (*Planche XVI.*) n° 16) 247

VALTON (F.). — Briques Roberts pour les empilages des appareils à air chaud (n° 15) 235

WINKLER (A.). — Lampe à arc enfermé (n° 15). 232

WUILLEUMIER (H.). — Installation d'un système central de condensation, pour moteurs à vapeur, au charbonnage d'Ewald. (*Planche XXIV.*) (n° 24). 377

ZERNER (Rudolf). — Tramway électrique souterrain de Budapest. (*Planche XIII.*) (n° 13). 193

IMPRIMERIE CENTRALE DES CHEMINS DE FER. — IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 8516-4-97.

LE GÉNI

HALLE DES MACHINES DE L'E

Construite par M.

Fig. 1. _Demi-ferme ordinaire

Fig. 3. _Coupe longitudinale suivant AB.

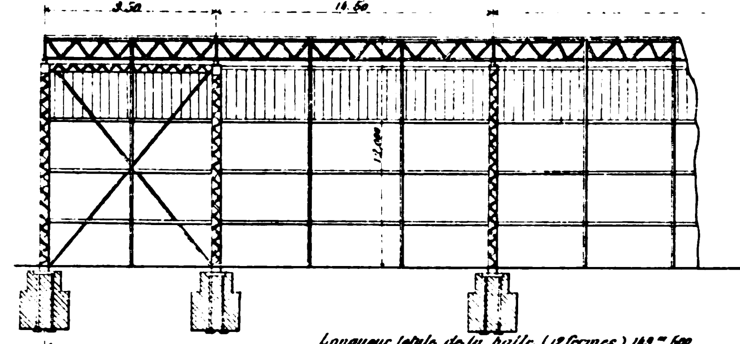


Fig. 16 et 17. _Détails d'une ferme ordinaire

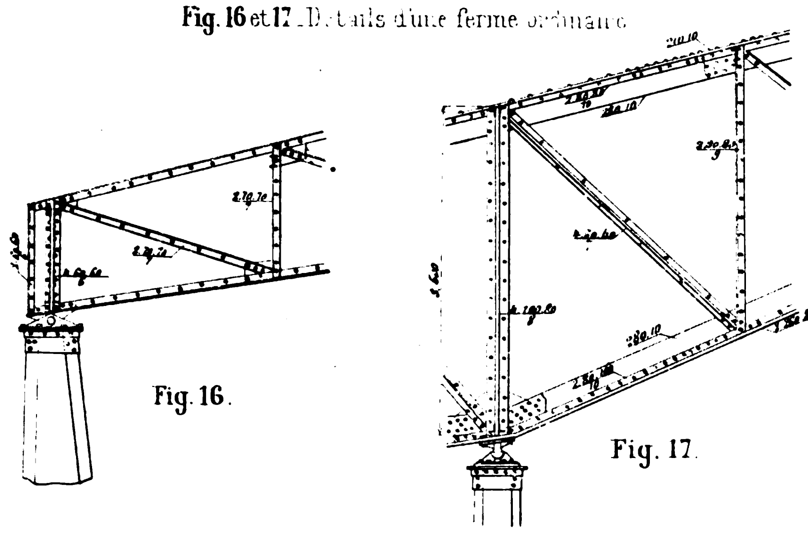


Fig. 16.

Fig. 17.

Fig. 5. _Partie du plan indiquant le contreventement

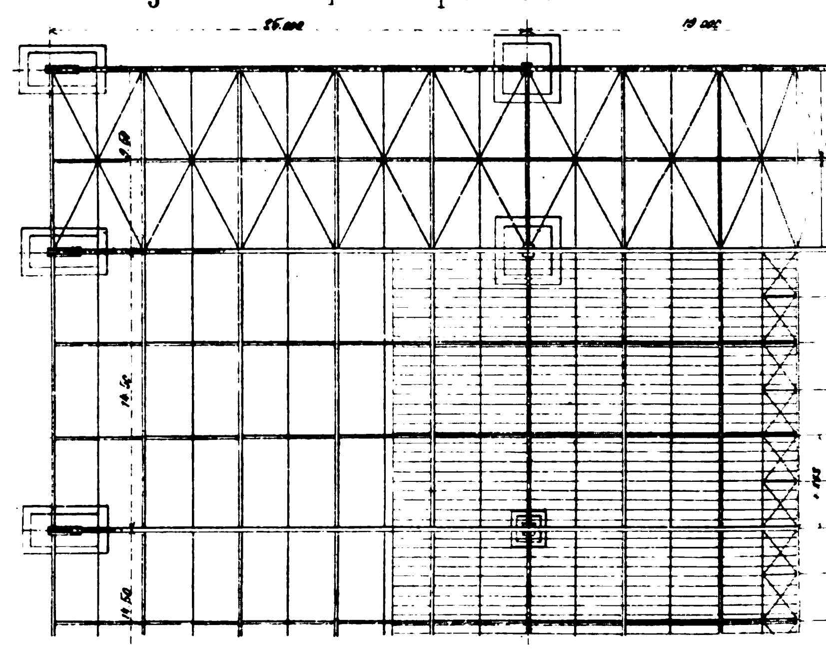


Fig. 18. Demi panne ordinaire

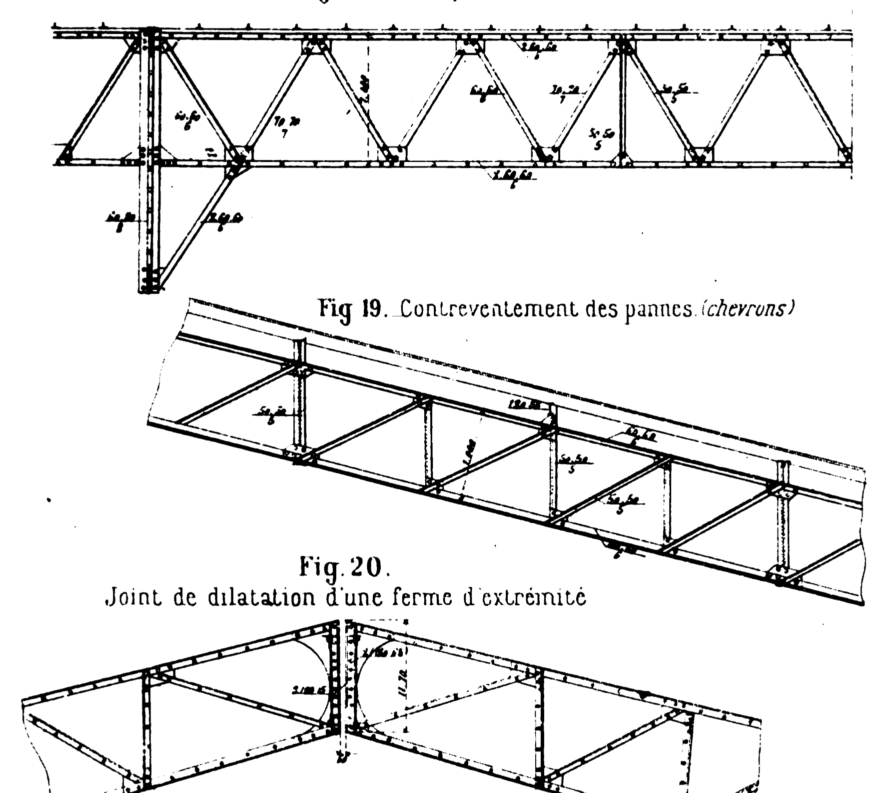


Fig. 19. Contreventement des pannes *(chevrons)*

Fig. 20.
Joint de dilatation d'une ferme d'extrémité

Fig. 21. _Coupe transversale du lanterneau

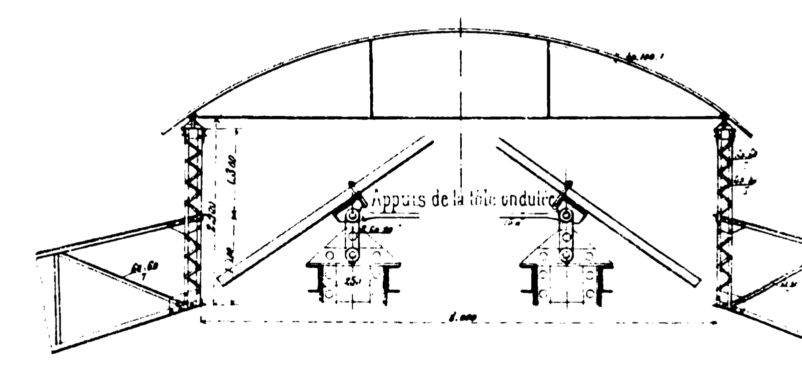
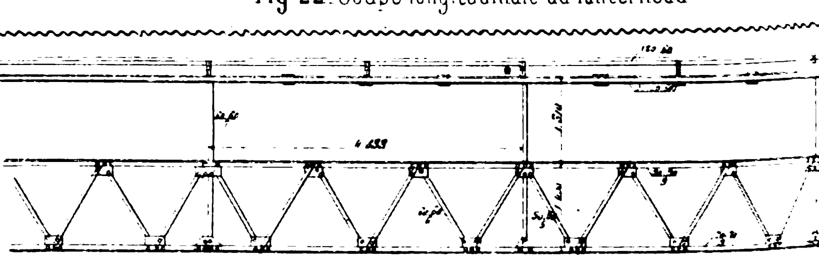
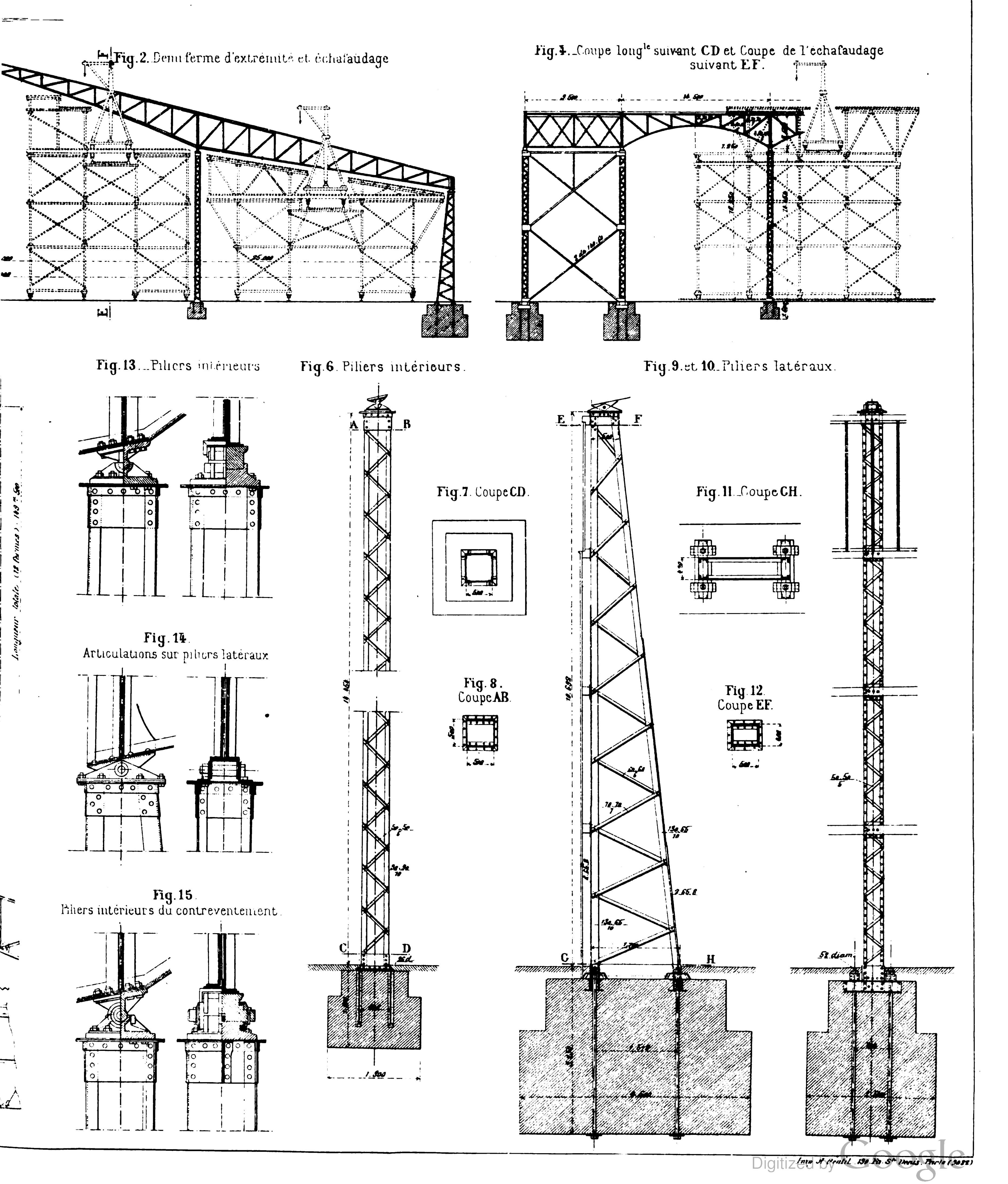


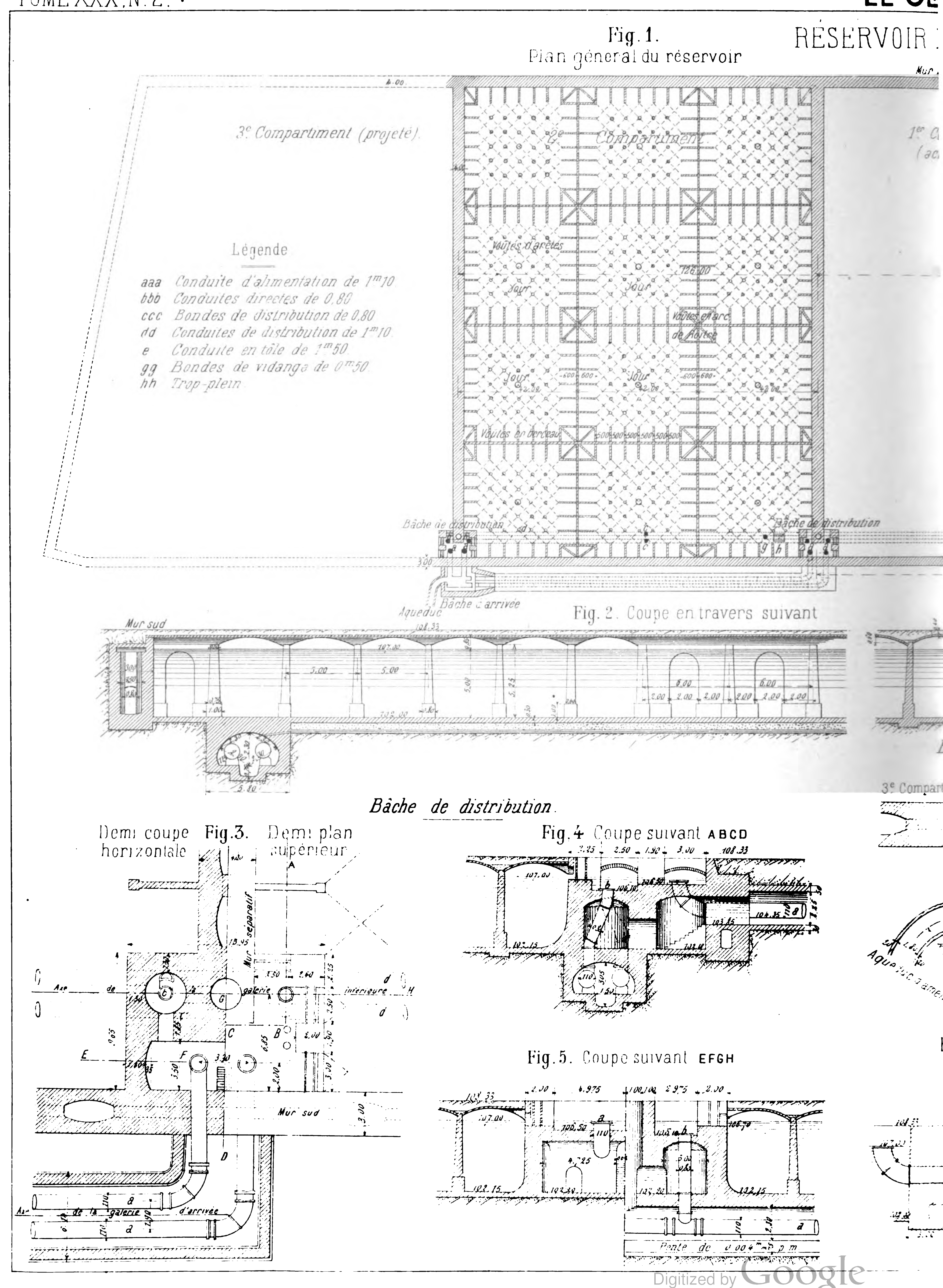
Fig. 22. Coupe longitudinale du lanterneau

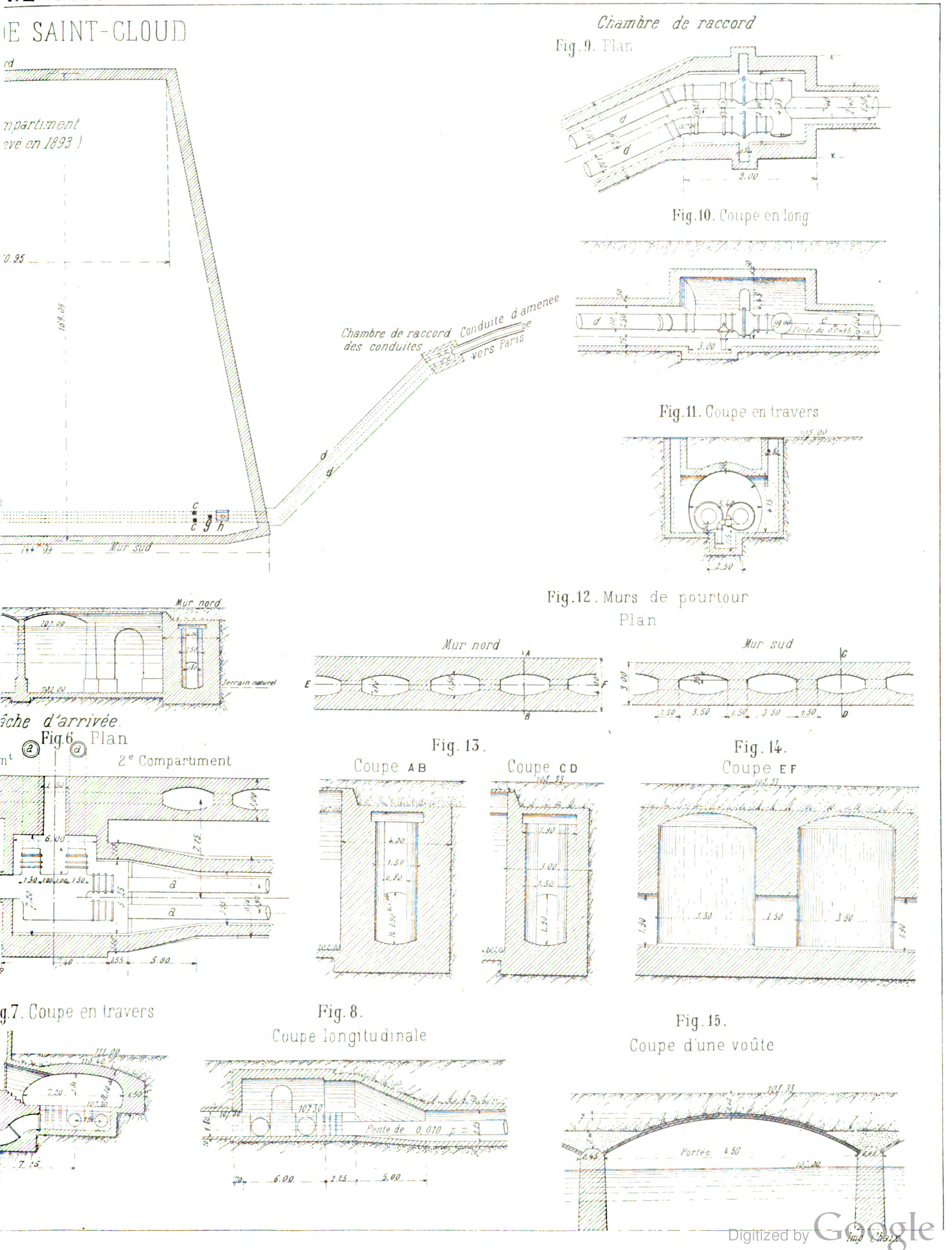


POSITION DE GENÈVE EN 1896

Th. Bell et Cie




RÉSERVOIR
Fig. 1.
Plan général du réservoir
3e Compartiment (projeté).
2e Compartiment
Légende
aaa Conduite d'alimentation de 1m10
bbb Conduites directes de 0,80
ccc Bondes de distribution de 0,80
dd Conduites de distribution de 1m10
e Conduite en tôle de 1m50
gg Bondes de vidange de 0m50
hh Trop-plein
Voûtes d'arêtes
Jour
Voûtes en arc de cloître
Voûtes en berceau
Bâche de distribution
Bâche d'arrivée
Aqueduc
Fig. 2. Coupe en travers suivant
Mur sud
Bâche de distribution.
Demi coupe horizontale
Fig. 3.
Demi plan supérieur
Mur séparatif
Axe de la galerie intérieure
Mur sud
Axe de la galerie d'arrivée
Fig. 4 Coupe suivant ABCD
Fig. 5. Coupe suivant EFGH
Pente de 0 004 m p.m
3e Compart
Aqueduc d'amen


E SAINT-CLOUD
Chambre de raccord
Fig. 9. Plan
Fig. 10. Coupe en long
Fig. 11. Coupe en travers
Chambre de raccord des conduites
Conduite d'amenée de vers Paris
Mur sud
Mur nord
Terrain naturel
Fig. 12. Murs de pourtour
Plan
Mur nord
Mur sud
Fig. 6 Plan
2e Compartiment
Fig. 13.
Coupe AB
Coupe CD
Fig. 14.
Coupe EF
Fig. 7. Coupe en travers
Fig. 8.
Coupe longitudinale
Pente de 0,010 p. m.
Fig. 15.
Coupe d'une voûte
Portée 4.50

PONT TOURNANT A QUATRE VOIES FERR

Fig. 1. Élévation de la poutre centrale du Pont tournant.

Fig. 3._Élévation en bout

Fig. 4 Élév

Fig. 2.
Entretoisement supérieur
Plan inférieur

Fig. 12, 13, 14.

Fig. 12._Coupe vertle O P.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 9, 10, 11.
Détails du mécanisme de calage pour les poutres de rive.

Fig. 15.
1/2 Section AB 1/2 Élévation

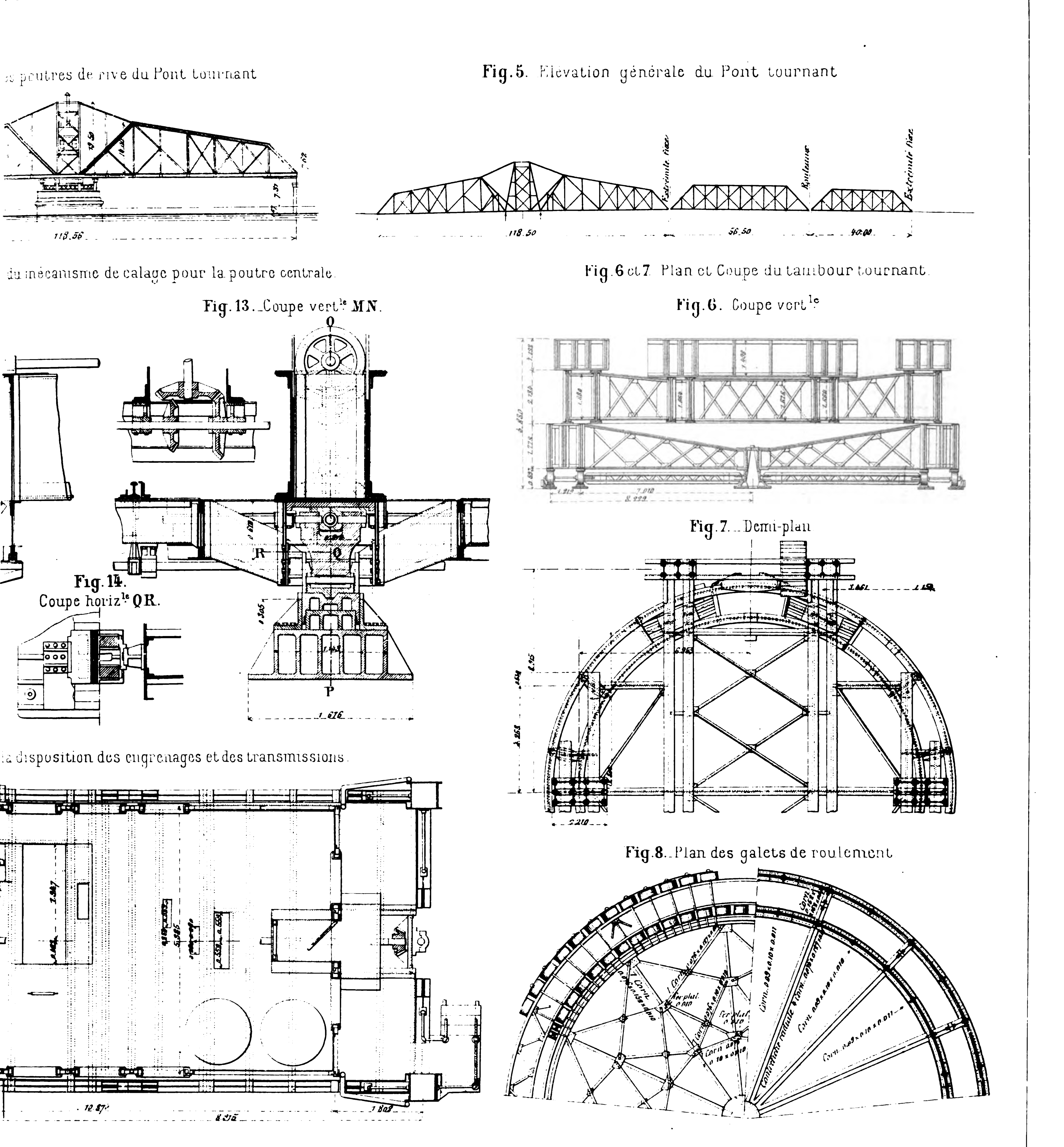
Fig. 11.

Fig. 18._Plan du Bâtiment des machines

Fig. 15, 16, 17.
Détails du pivot central et des rouleaux.

Fig. 16.
Plan du pivot central.

Fig. 17_Coupe des rouleaux



Imp. A. Gentil. 130, Fg. St Denis. Paris. (9893)

LOCOMOTIVE D'EXPRESS A CINQ ESSIEUX DONT DEUX COUPLES.

Chemin de fer du «NORD EMPEREUR FERDINAND»

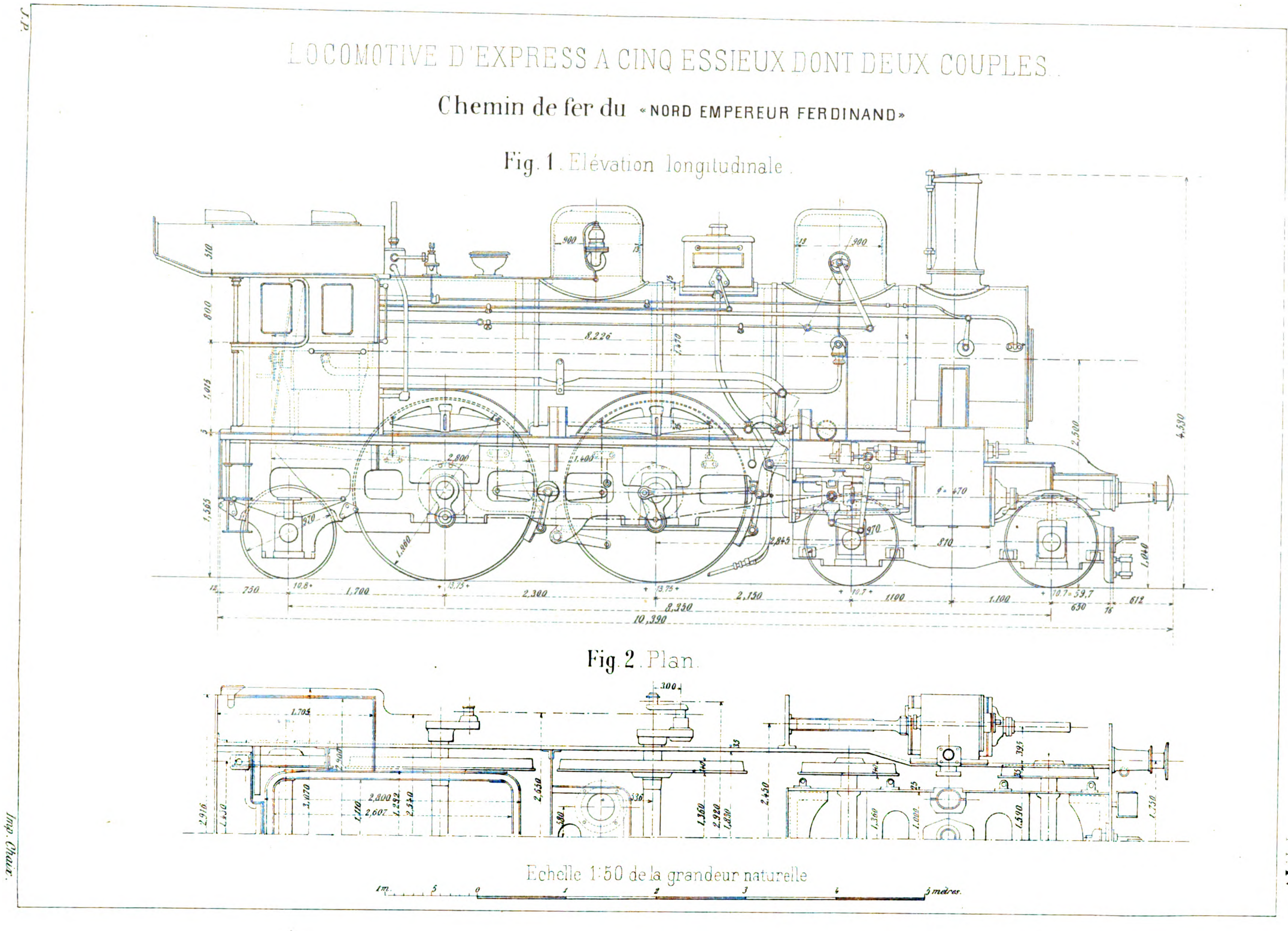


Fig. 1. Élévation longitudinale.

Fig. 2. Plan.

Echelle 1:50 de la grandeur naturelle

J.P.

Imp. Chaix.

WAGONS SYSTÈME HAHR POUR LE TRANSPORT DU POISSON VIVANT.

Fig. 1 _ Elévation longitudinale.

Fig. 2 Coupe transversale.

Fig. 3 _ Plan.

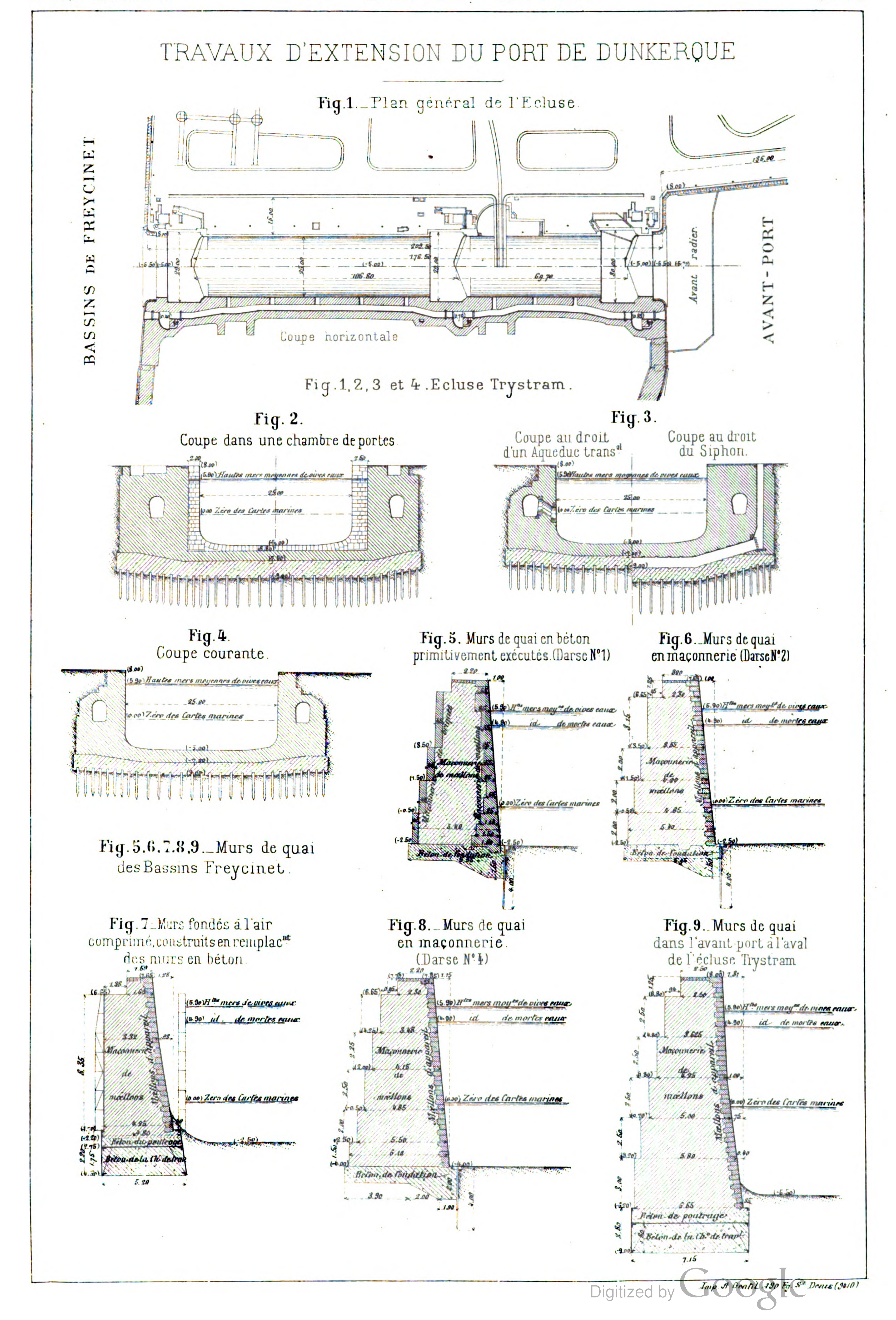
Echelle de 0m015 pr mètre.

Fig. 4 _ Elévation.

Fig. 5 _ Coupe.

Fig. 6 _ Plan.

Echelle de 0m015 pr mètre.


TRAVAUX D'EXTENSION DU PORT DE DUNKERQUE
Fig.1._Plan général de l'Ecluse.
BASSINS DE FREYCINET
AVANT-PORT
Avant radier
Coupe horizontale
Fig.1,2,3 et 4. Ecluse Trystram.
Fig. 2.
Coupe dans une chambre de portes
Fig. 3.
Coupe au droit d'un Aqueduc trans^al
Coupe au droit du Siphon.
Fig. 4.
Coupe courante.
Fig. 5. Murs de quai en béton primitivement exécutés.(Darse N°1)
Fig.6._Murs de quai en maçonnerie (Darse N°2)
Fig.5,6,7,8,9._Murs de quai des Bassins Freycinet.
Fig.7._Murs fondés à l'air comprimé, construits en remplac^nt des murs en béton.
Fig.8._Murs de quai en maçonnerie. (Darse N°4)
Fig.9._Murs de quai dans l'avant-port à l'aval de l'écluse Trystram

TRAVAUX D'EXTENSION D

Forme de Ra

Fig.1. Plan

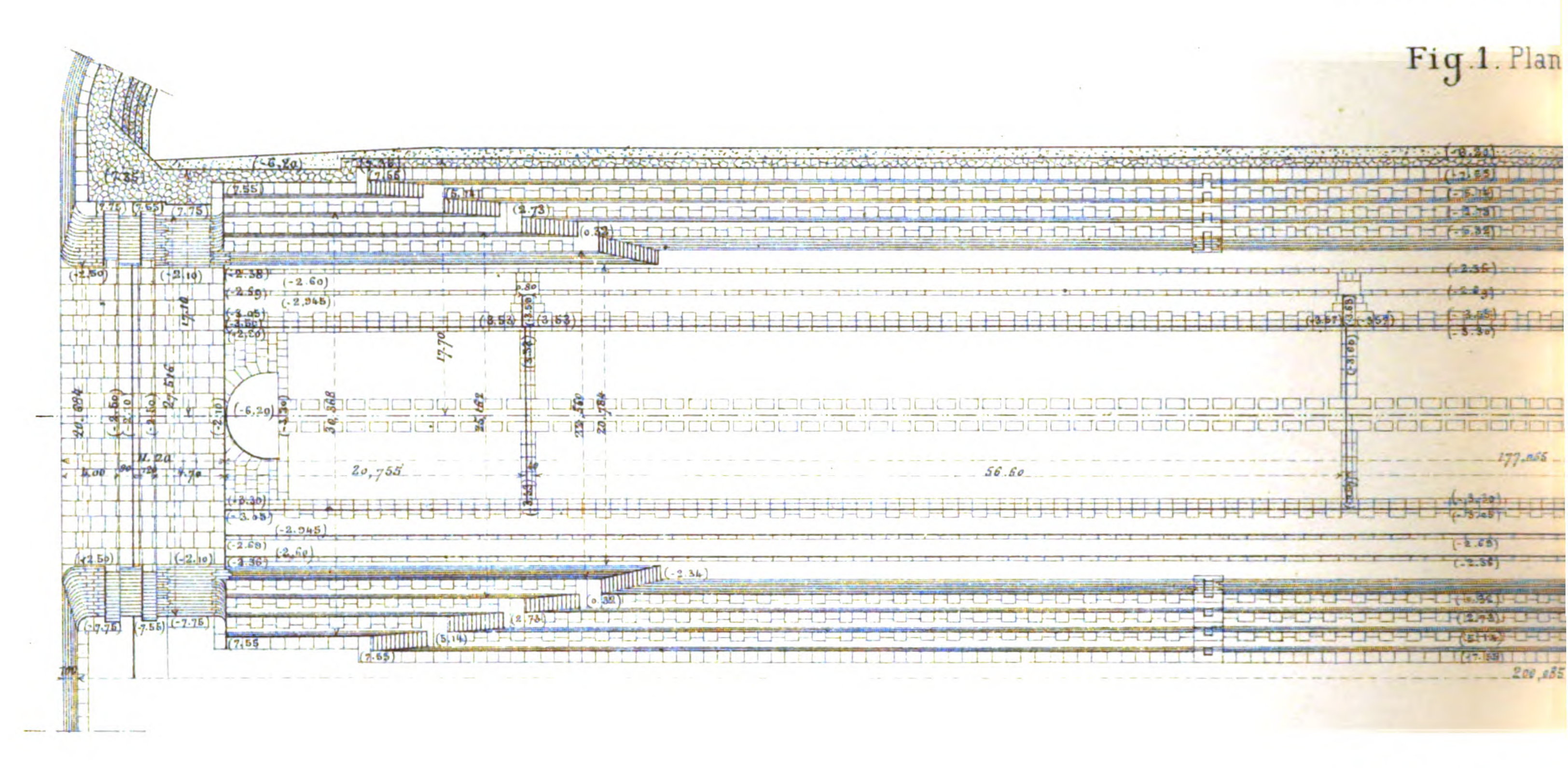


Fig.2. Coupe lo

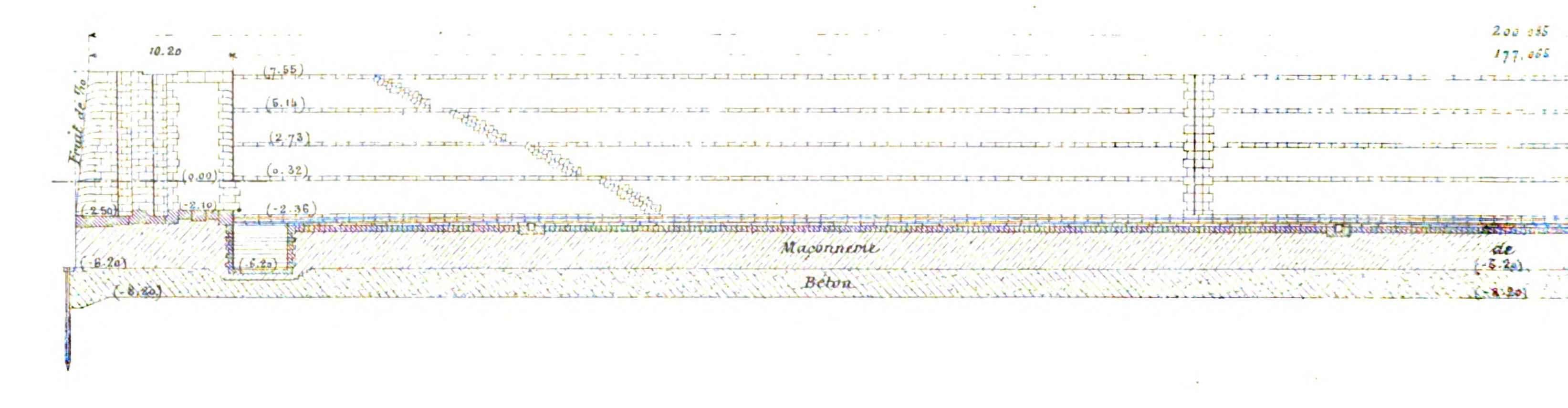
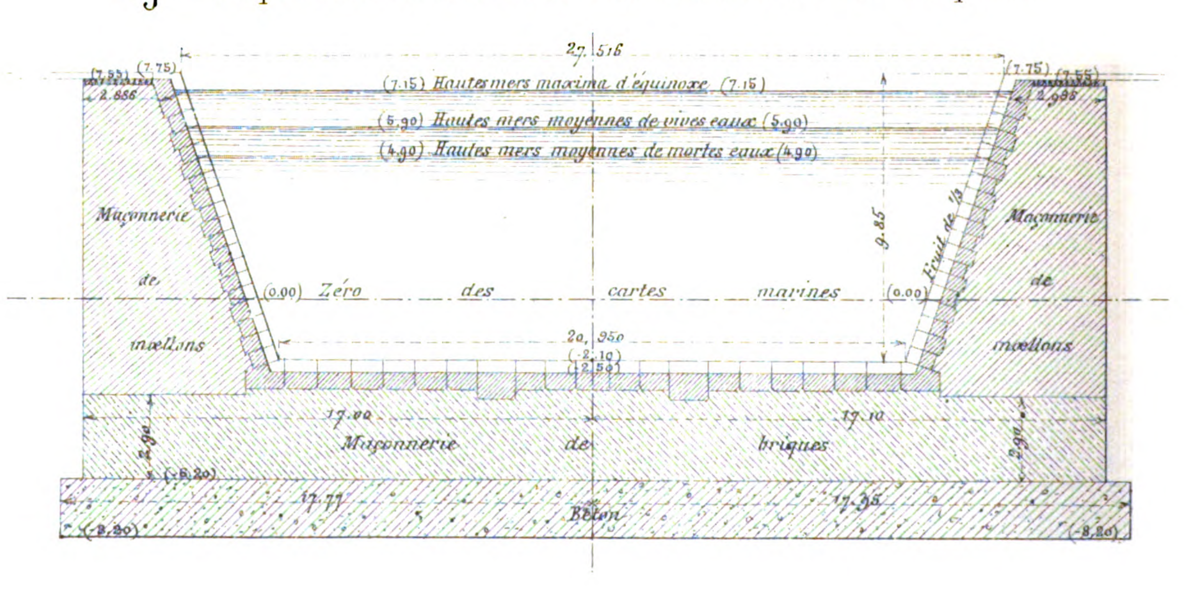


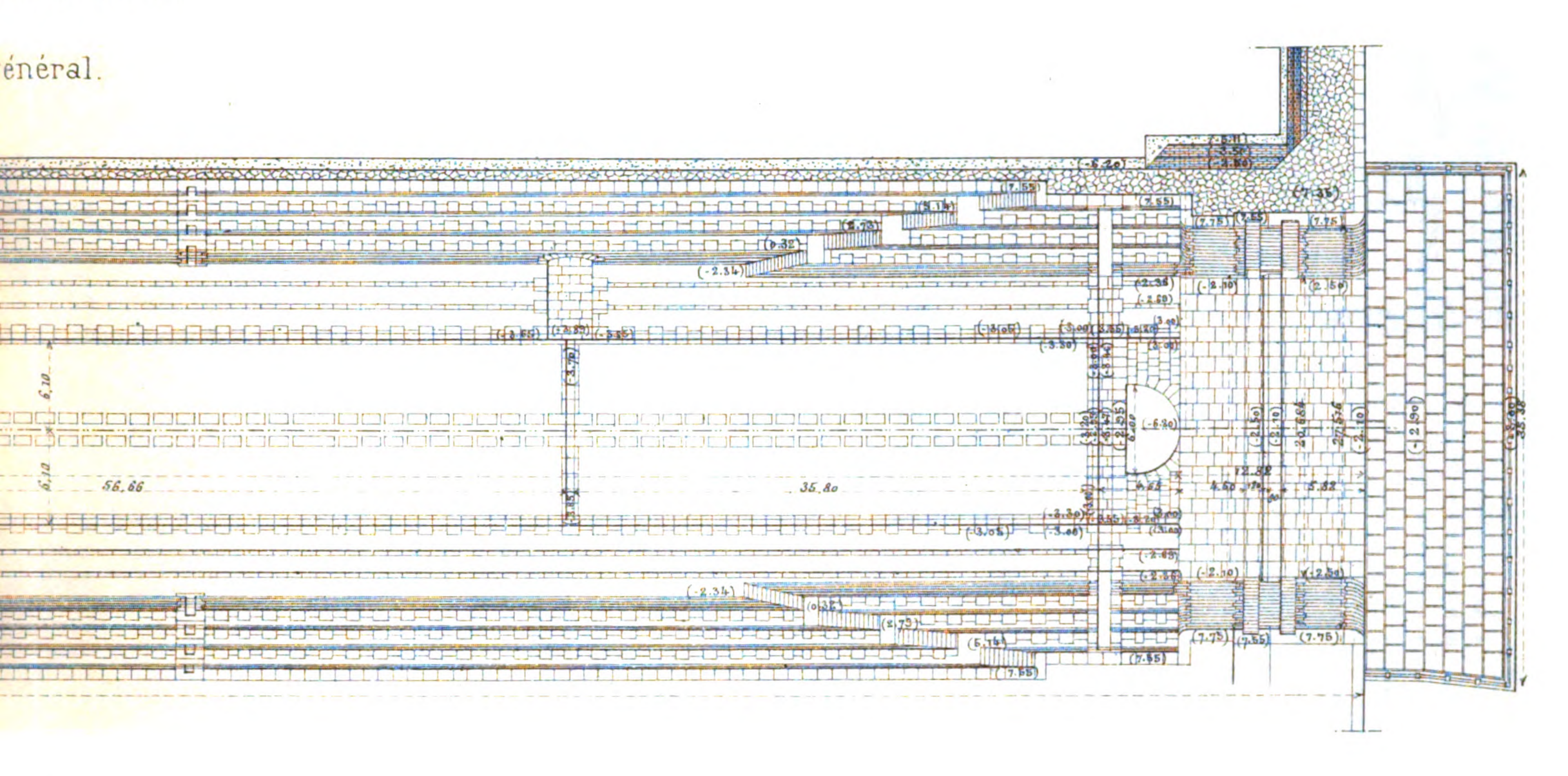
Fig.3. Coupe transversale dans une rainure de bateau-porte.



U PORT DE DUNKERQUE.

loub N°. 4.

énéral.



itudinale.

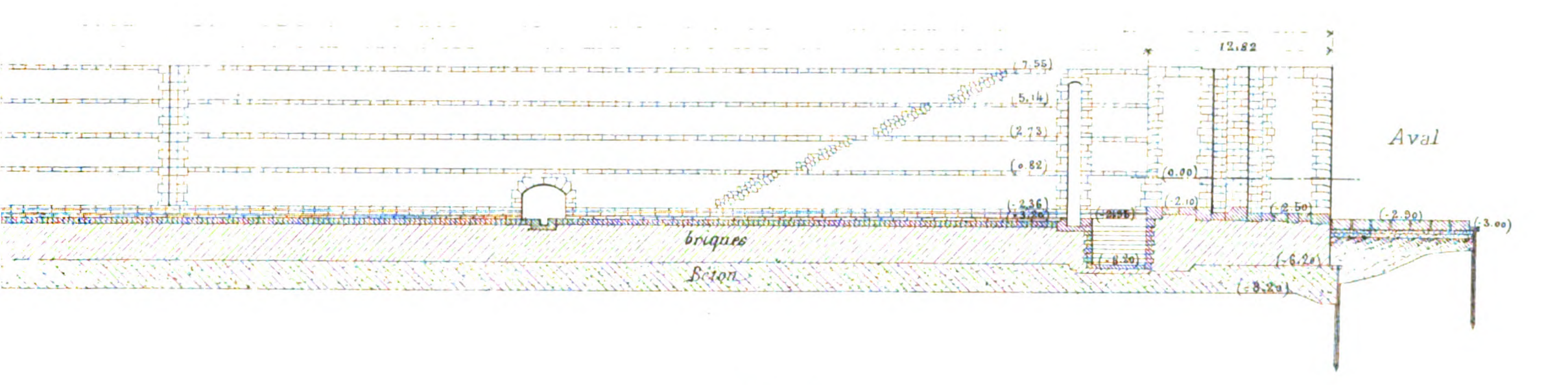
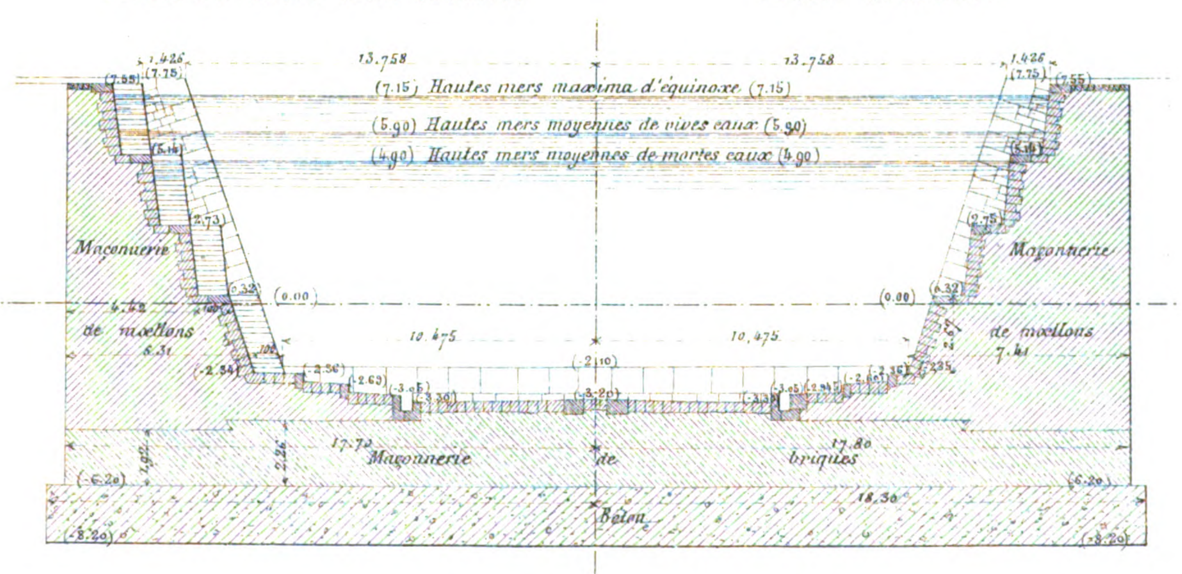
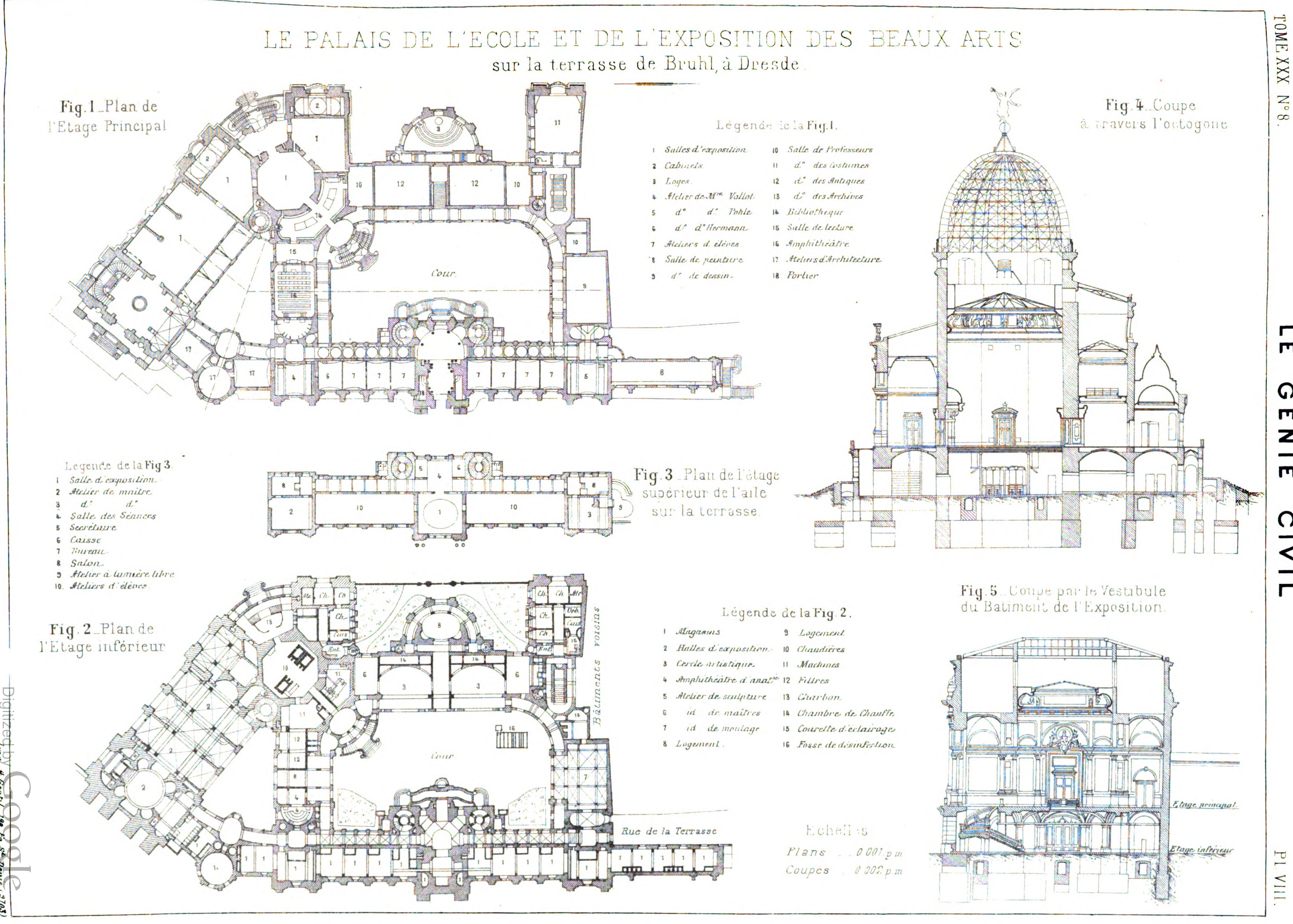


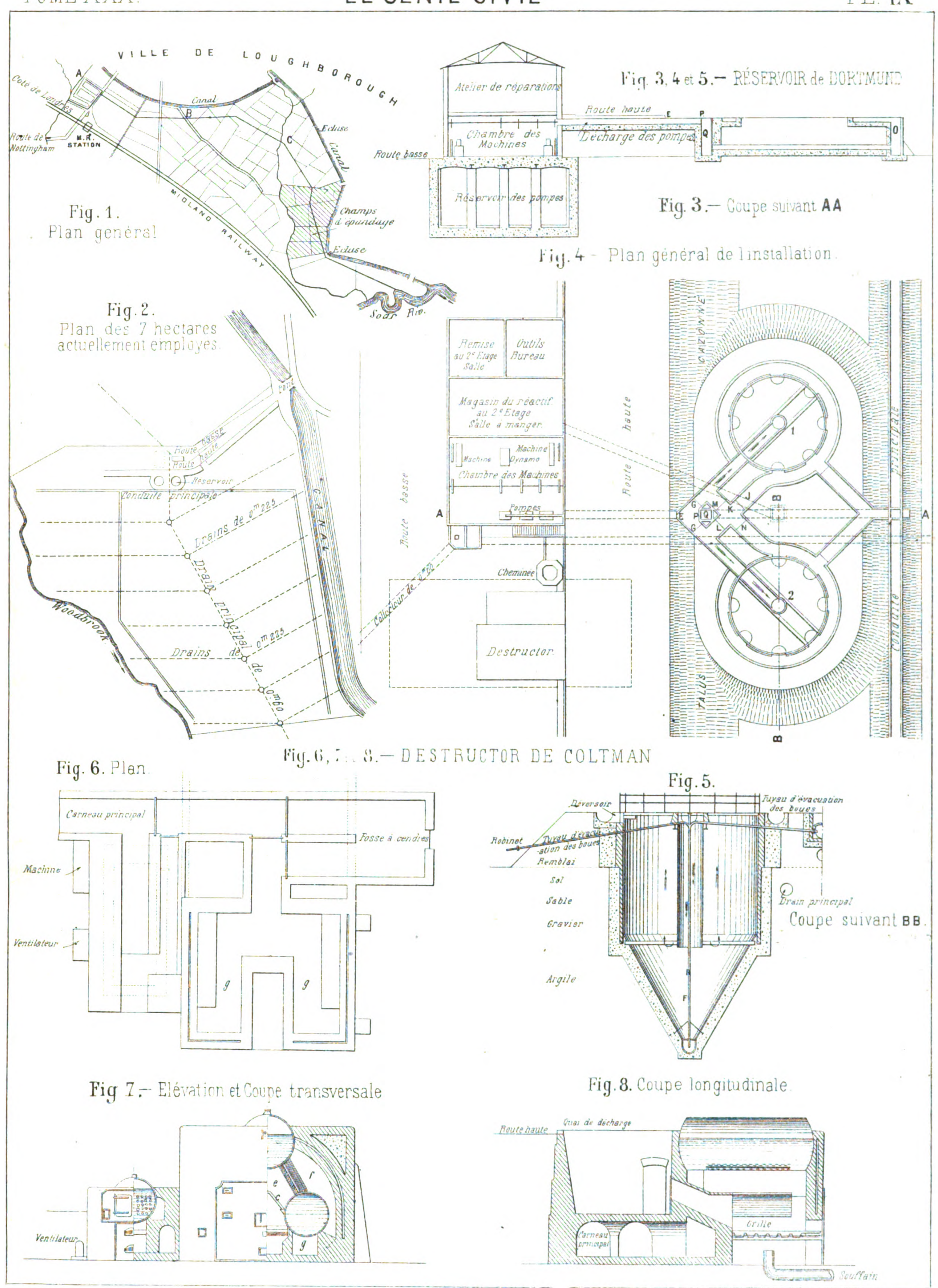
Fig. 4.

Profil au droit d'un escalier Profil courant.



(3615) Imp. A. Gentil, 188-190. Faub.g Saint Denis. Paris.


LE PALAIS DE L'ECOLE ET DE L'EXPOSITION DES BEAUX ARTS
sur la terrasse de Bruhl, à Dresde.
Fig. 1_Plan de l'Etage Principal
Cour
Légende de la Fig. 1.
1 Salles d'exposition
2 Cabinets
3 Loges
4 Atelier de Mr. Vallot
5 d° d° Pohle
6 d° d° Hermann
7 Ateliers d'élèves
8 Salle de peinture
9 d° de dessin
10 Salle de Professeurs
11 d° des Costumes
12 d° des Antiques
13 d° des Archives
14 Bibliothèque
15 Salle de lecture
16 Amphithéâtre
17 Ateliers d'Architecture
18 Portier
Fig. 4_Coupe à travers l'octogone
Legende de la Fig 3.
1 Salle d'exposition
2 Atelier de maître
3 d° d°
4 Salle des Séances
5 Secrétaire
6 Caisse
7 Bureau
8 Salon
9 Atelier à lumière libre
10 Ateliers d'élèves
Fig. 3_Plan de l'étage supérieur de l'aile sur la terrasse.
Fig. 2_Plan de l'Etage inférieur
Bâtiments voisins
Cour
Rue de la Terrasse
Légende de la Fig. 2.
1 Magasins
2 Halles d'exposition
3 Cercle artistique
4 Amphithéâtre d'anat[ie]
5 Atelier de sculpture
6 id de maîtres
7 id de moulage
8 Logement
9 Logement
10 Chaudières
11 Machines
12 Filtres
13 Charbon
14 Chambre de Chauffe
15 Courette d'éclairage
16 Fosse de désinfection
Fig. 5_Coupe par le Vestibule du Batiment de l'Exposition.
Etage principal
Etage inférieur
Echelles
Plans ... 0.001 p.m
Coupes ... 0.002 p.m


VILLE DE LOUGHBOROUGH
Canal
Ecluse
Champs d'épandage
MIDLAND RAILWAY
Route de Nottingham
M.R. STATION
Fig. 1. Plan général
Fig. 2. Plan des 7 hectares actuellement employés
Réservoir
Conduite principale
Drains de 0m225
Drain principal de 0m60
Woodbrook
CANAL
Fig. 3, 4 et 5.— RÉSERVOIR de DORTMUND
Atelier de réparations
Route haute
Chambre des Machines
Décharge des pompes
Route basse
Réservoir des pompes
Fig. 3.— Coupe suivant AA
Fig. 4 - Plan général de l'installation.
Remise
Outils Bureau
Magasin du réactif au 2e Etage Salle à manger
Machine
Machine Dynamo
Chambre des Machines
Pompes
Cheminée
Destructor
Route haute
TALUS
Conduite principale
Fig. 6, 7 et 8.— DESTRUCTOR DE COLTMAN
Fig. 6. Plan.
Carneau principal
Fosse à cendres
Machine
Ventilateur
Fig. 5.
Déversoir
Tuyau d'évacuation des boues
Robinet
Remblai
Sol
Sable
Gravier
Argile
Drain principal
Coupe suivant BB.
Fig 7.— Elévation et Coupe transversale
Ventilateur
Fig. 8. Coupe longitudinale.
Route haute
Quai de décharge
Carneau principal
Grille
Souffleur

DRAGUE SUCEUSE POUR LA M

Fig. I.

Cyl. à M.P. 0,825 x 0,60

Cyl. à H.P. 0,51 x 0,60

Cyl. à B.P. 0,85 x 0,60

Soute à charbon

Chute p^r les cendres

Soute à charbon

Fig 2.

Moteur électrique

Puits du condens^r

Cyl. à B.P. 0,125 x 0,425

Cyl. 0,31 x 0,375

Treuil de relevage de l'éluide

Treuil de halage

Aspirat^n

Réchauffeur

Pompe de compression

Générateur de vapeur de 375 ch^x

Refoulem^t 0,44

Générateur de vapeur de 375 ch^x

Ponton support^t l'éluide

Cyl. à H.P. de 0,36 x 0,425

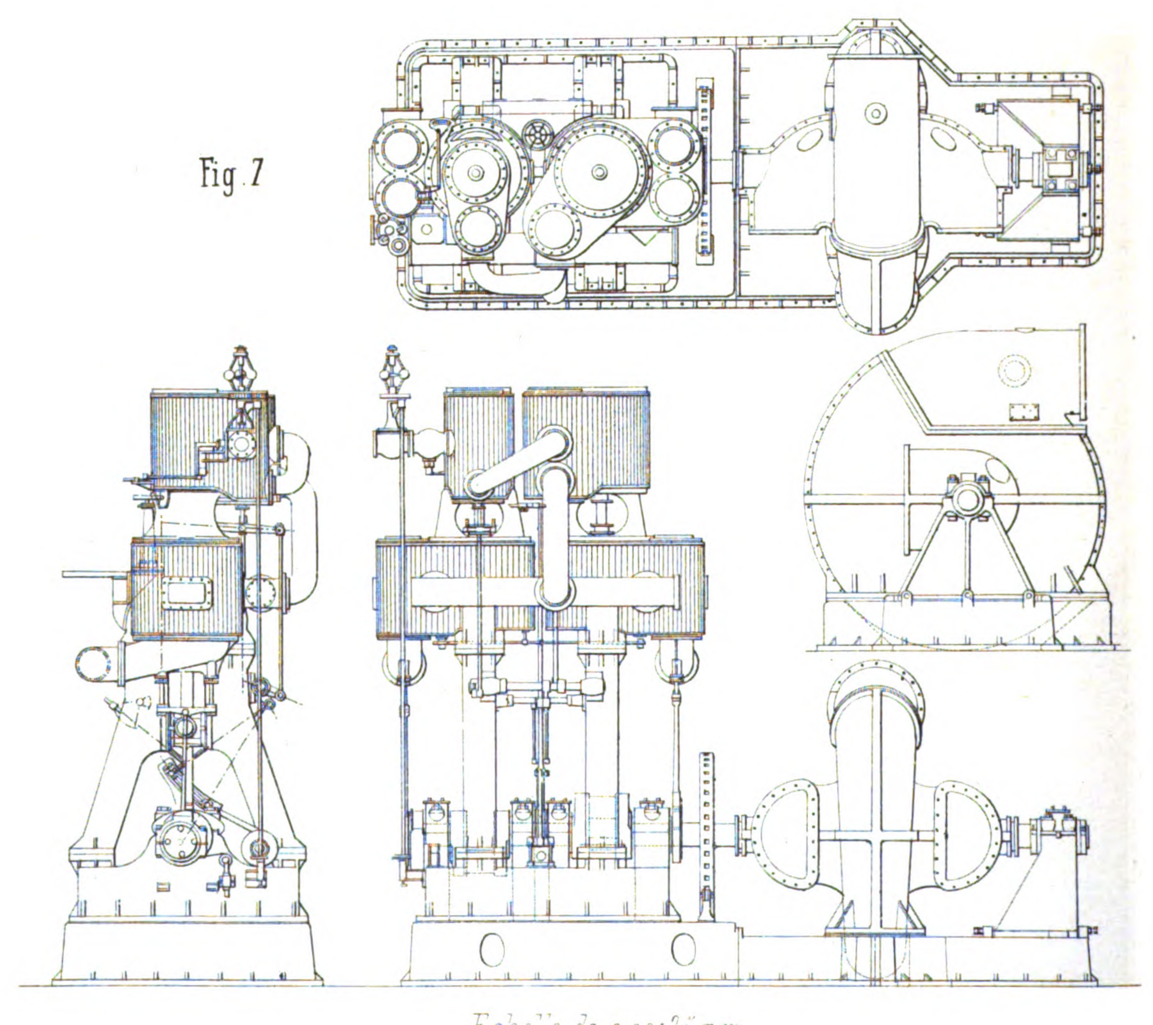
Cyl. 0,31 x 0,375

Puits du condens^r

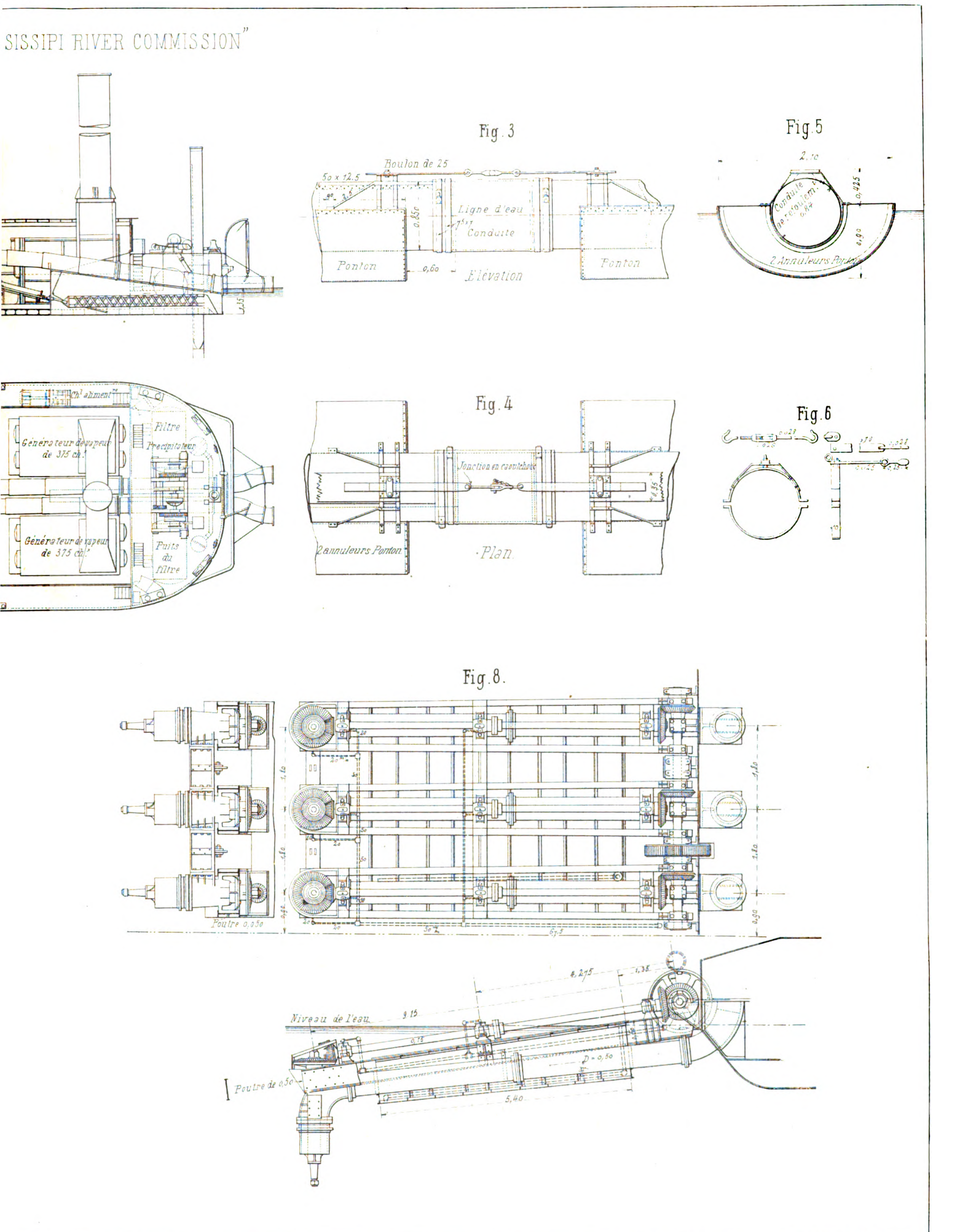
Ch^r aliment^re

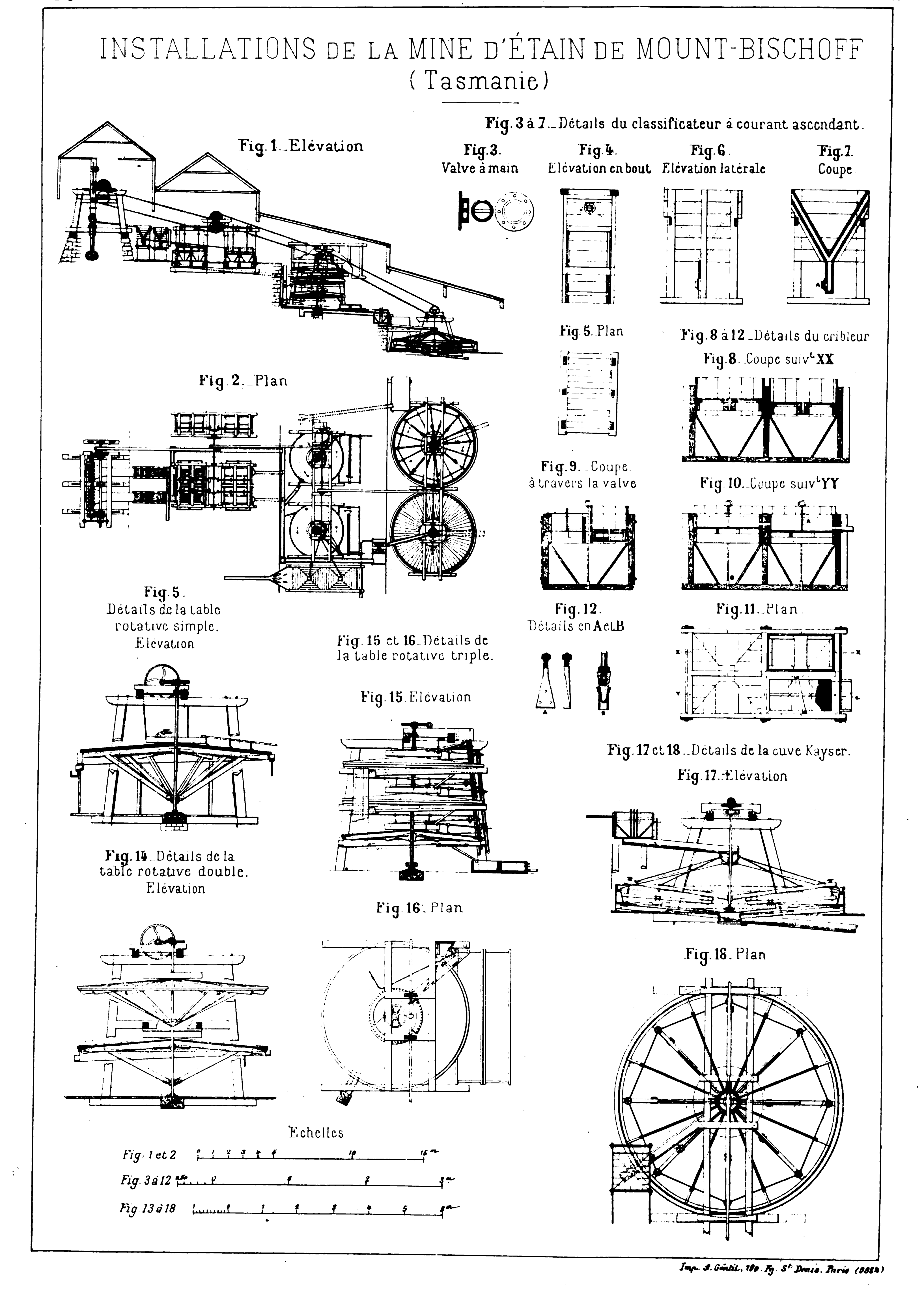
Echelle de 0,00046 p.m

Fig. 7

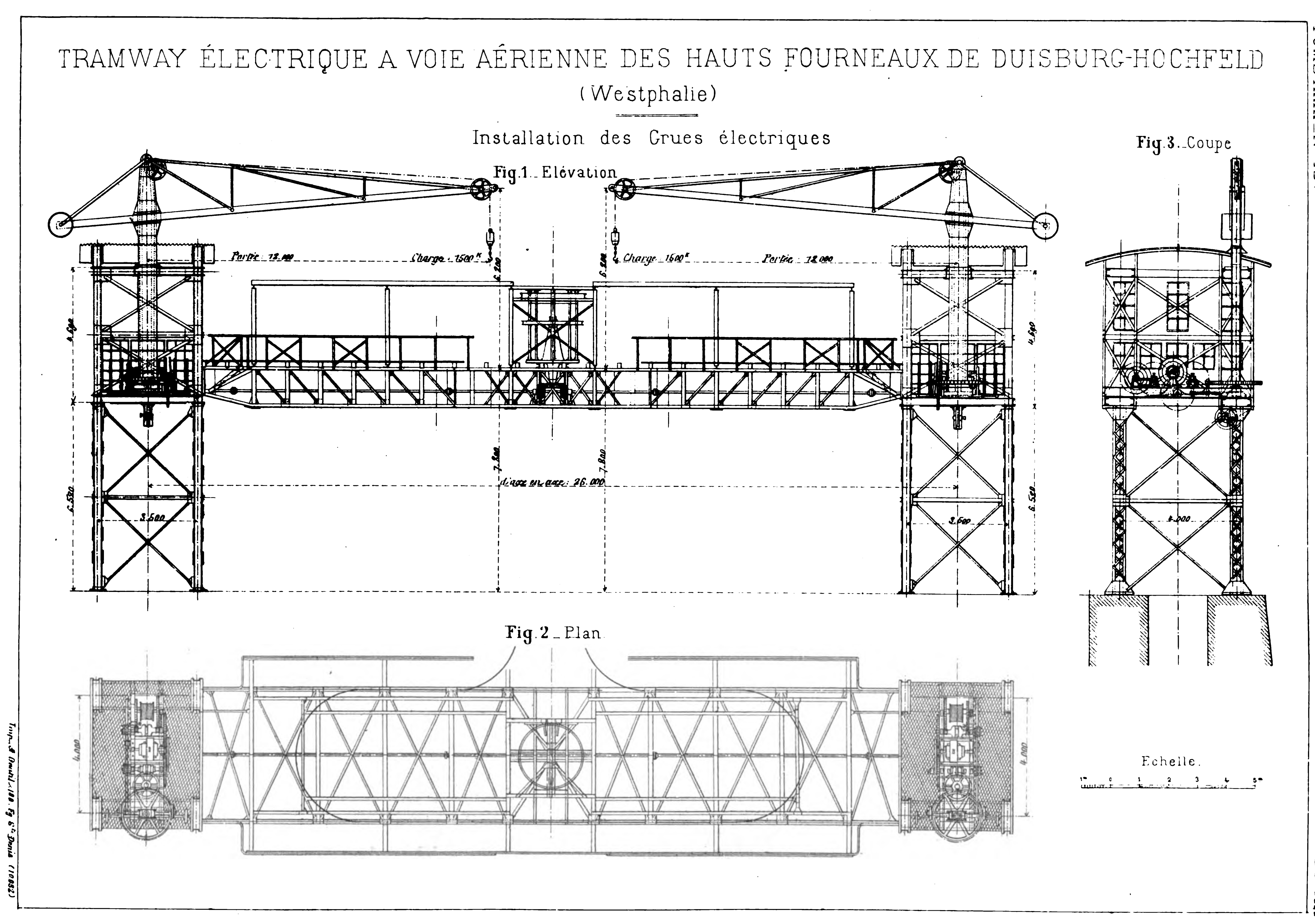


Echelle de 0,00125 p.m


SISSIPI RIVER COMMISSION"
Fig. 3
Boulon de 25
50 x 12.5
Ligne d'eau
Conduite
Ponton
0,60
Élévation
Ponton
Fig. 5
Conduite de refoulem.t
2 Annuleurs Ponton
Générateur de vapeur de 375 ch.
Filtre
Précipitateur
Générateur de vapeur de 375 ch.
Puits du filtre
Fig. 4
Jonction en caoutchouc
2 annuleurs Ponton
Plan
Fig. 6
Fig. 8.
Poutre 0,050
Niveau de l'eau
Poutre de 0,50
5,40



Imp. J. Gentil, 180. Fg. St Denis. Paris (9884)


TRAMWAY ÉLECTRIQUE A VOIE AÉRIENNE DES HAUTS FOURNEAUX DE DUISBURG-HOCHFELD
(Westphalie)
Installation des Grues électriques
Fig. 1_Élévation
Portée : 12.000
Charge : 1500 k
Charge : 1500 k
Portée : 12.000
d'axe en axe : 26.000
Fig. 2_Plan
Fig. 3_Coupe
Echelle

TRAMWAY ÉLECTRIQUE

Fig. 1. Profil en long.

Rues — Place Gisella — Rue Andrássy — Octogone — Rue Andrássy — Rotonde

Pentes — Palier — Rampe de 3,13 % — Palier — Rampe de 15,4 ‰ — Palier — Palier — Pente de 1,338 % — Palier — Pente de 0,473 % — Pente de 2,041 % — Palier — Palier — Palier — Pente de 3,34 % — Palier — Palier — Palier

Stations — I — II — III — IV — V — VI — VII

Les cotes sont rapportées au niveau du Danube à Budapest

Ligne de niveau des eaux.

Pavage empierre — Pavage en bois

Cote du terrain

Cote supérieure du rail.

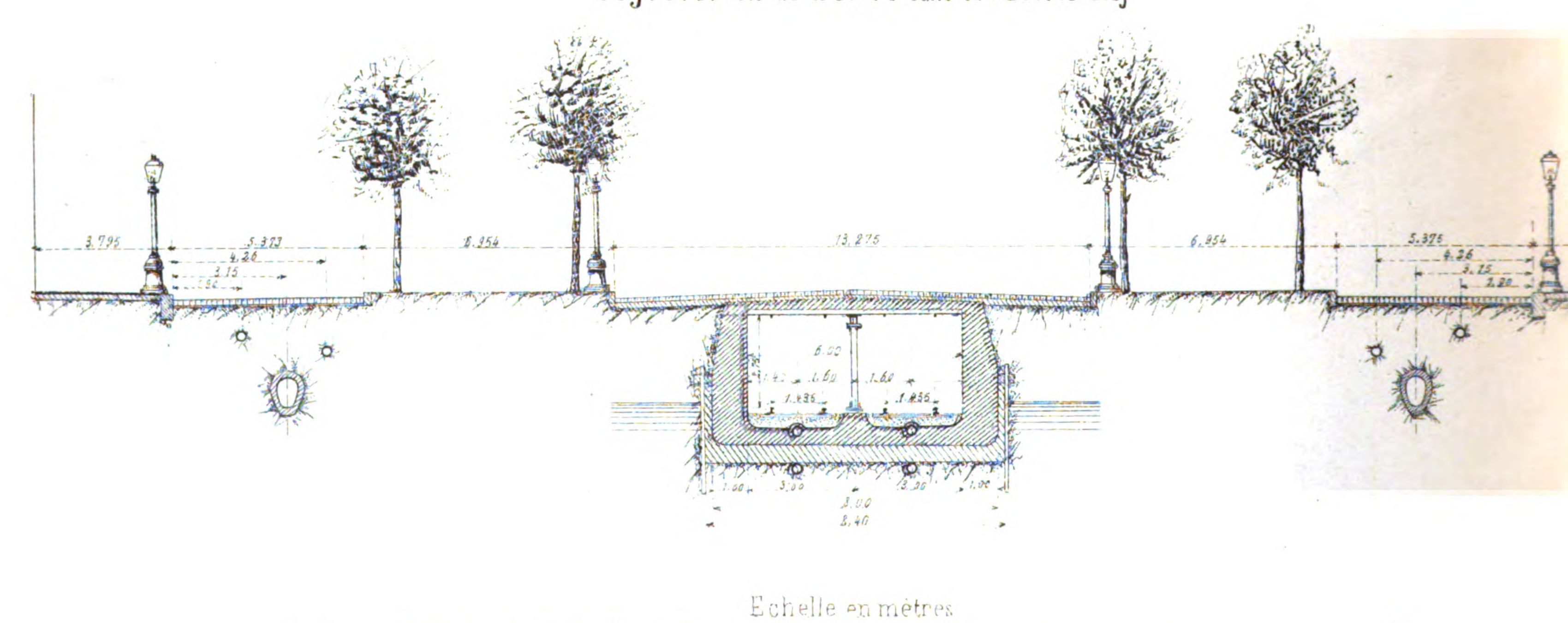
K.0.0 — K.0,500 — K.1,0 — K.1,500 — K.2,0 — K.2,500

Echelle des longueurs

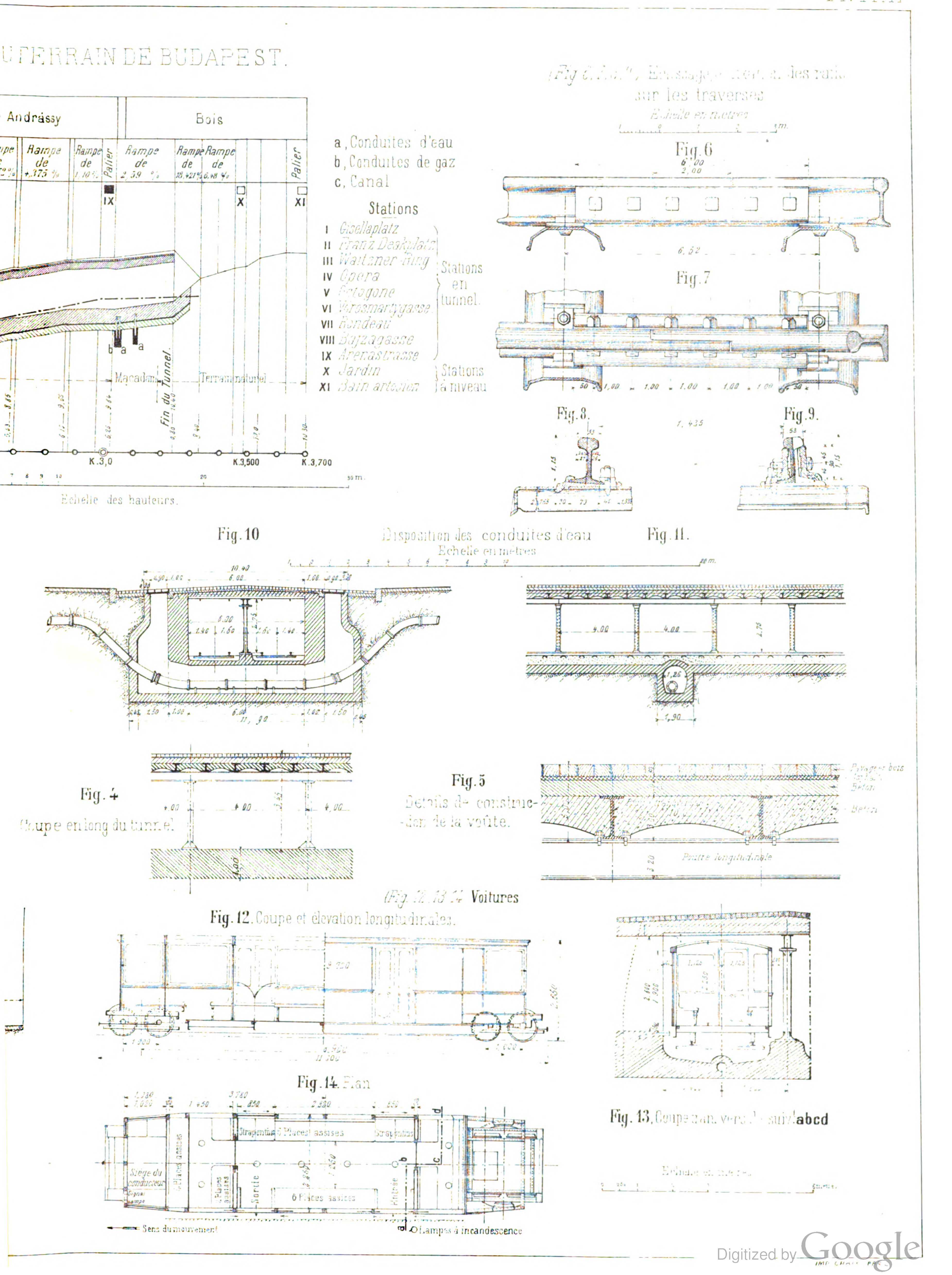
Fig. 2. Profil en travers à la station III.

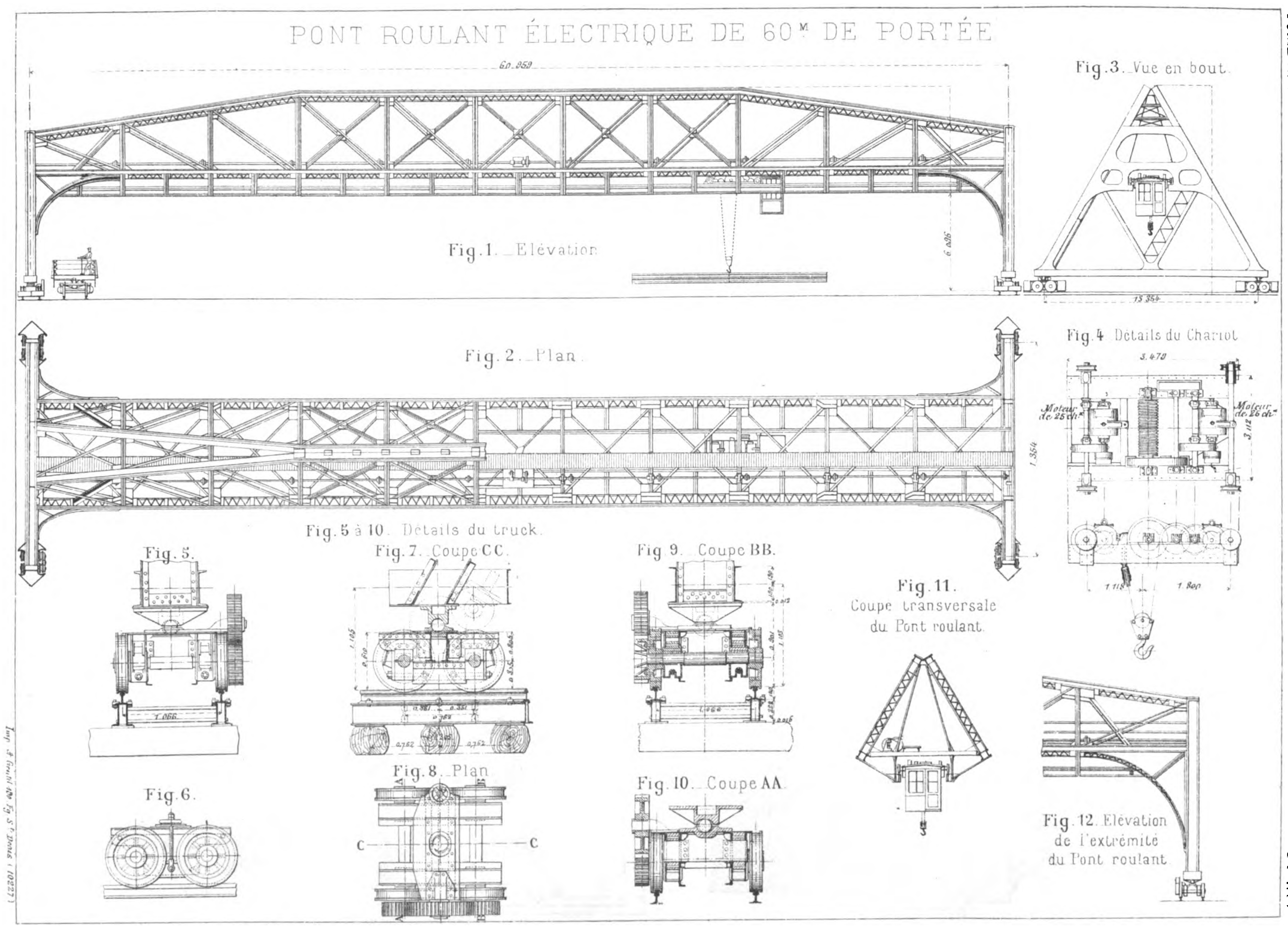
7.686 — 18.368 — 7.686

Fig. 3. Profil en travers dans la rue Andrássy



Echelle en mètres


UTERRAIN DE BUDAPEST.
Andrássy
Bois
a, Conduites d'eau
b, Conduites de gaz
c, Canal
Stations
I Gisellaplatz
II Franz Deakplatz
III Waitzner Ring
IV Opera
V Octogone
VI Vörösmartygasse
VII Rondeau
VIII Bajzagasse
IX Arenastrasse
X Jardin
XI Bain artésien
Stations en tunnel.
Stations à niveau
Macadam
Fin du Tunnel
Terrain naturel
K.3,0
K.3,500
K.3,700
Echelle des hauteurs.
sur les traverses
Echelle en mètres
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10
Disposition des conduites d'eau
Echelle en mètres
Fig. 11.
Fig. 4
Coupe en long du tunnel
Fig. 5
Détails de construction de la voûte.
Poutre longitudinale
Voitures
Fig. 12. Coupe et élévation longitudinales.
Fig. 14. Plan
Strapontins 6 Places assises
Strapontins
Siège du conducteur
6 Places assises
Sortie
Entrée
Sens du mouvement
Lampes à incandescence
Fig. 13. Coupe transversale suivant abcd

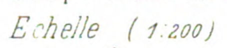


Imp. A. Gentil 100 Fg St Denis (10227)

DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE DE LUMIÈRE ET DE FORCE à Briançon

Usine électrique.

Fig. 1. Coupe transversale.



Echelle (1:200)

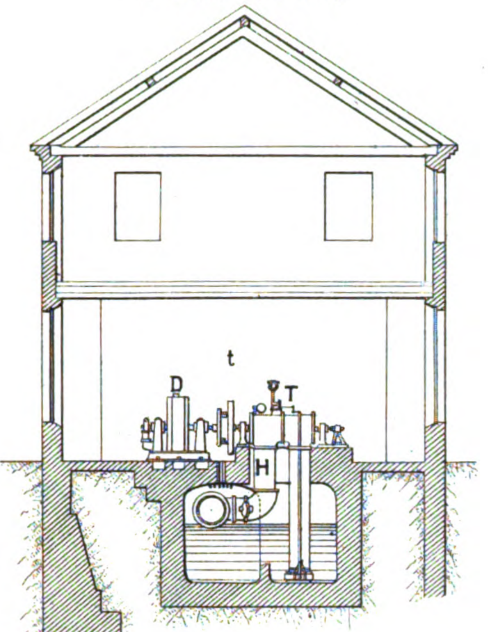
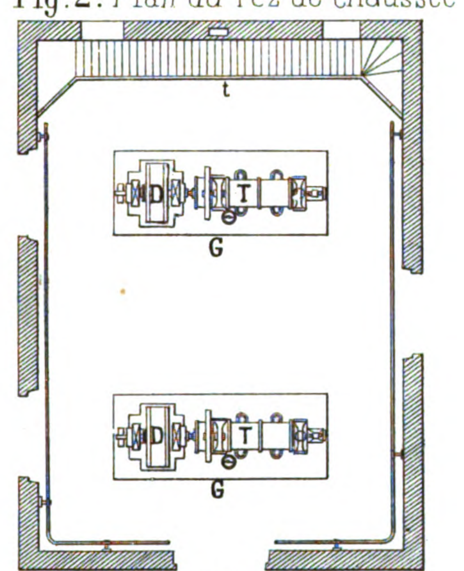


Fig. 2. Plan du rez de chaussée



Légende : G, *ensemble des dynamos* D *et des turbines* T ; H, *tuyau d'amenée* ; t, *tableau de distribution.*

Turbine et Dynamo

Fig. 3. Elévation et coupe longitudinale

Echelle (1:60)

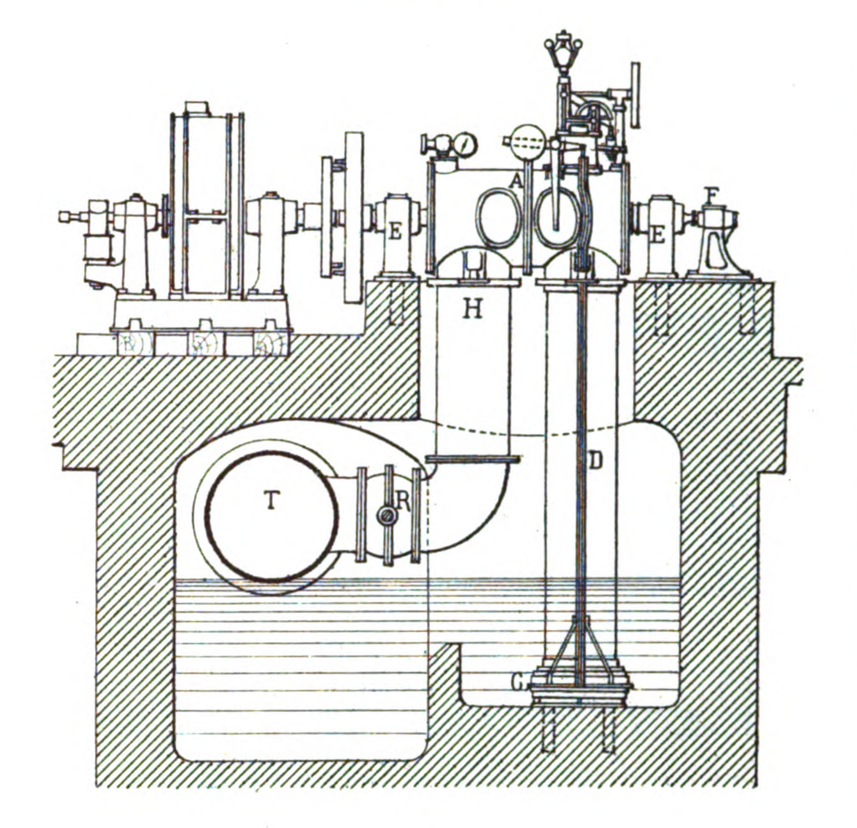
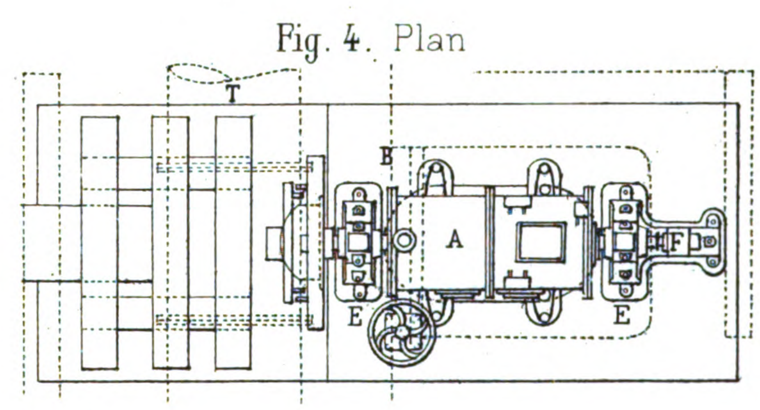
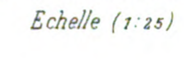


Fig. 4. Plan



Dynamo à courants alternatifs.

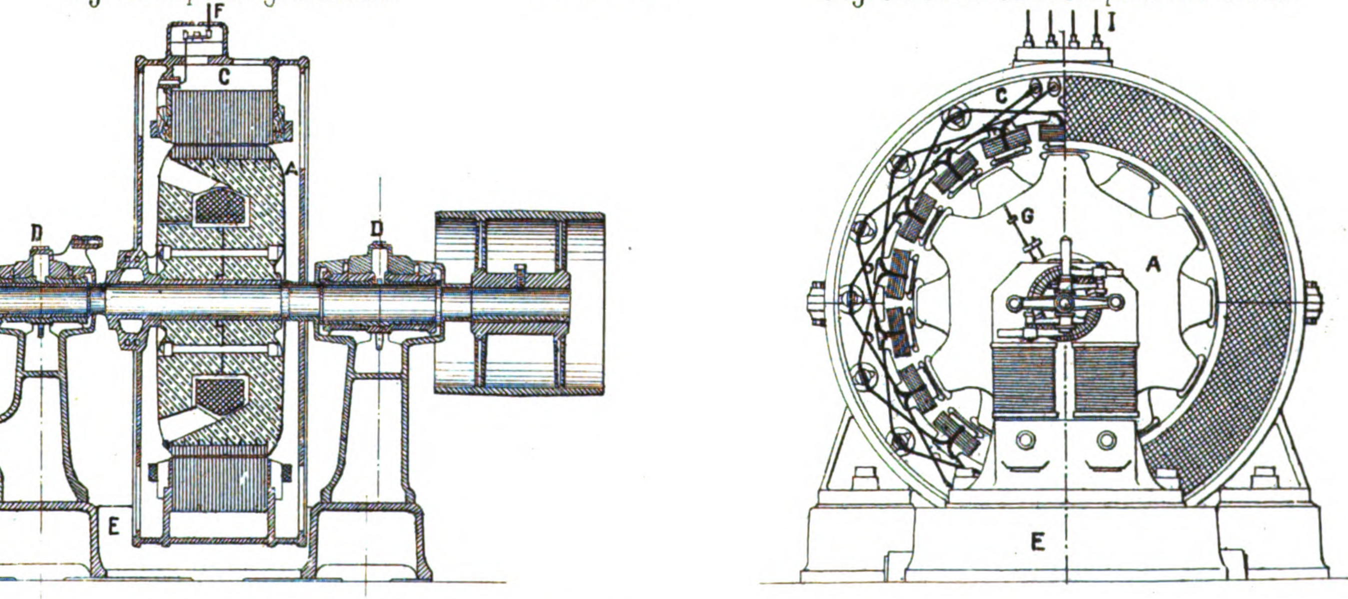


Echelle (1:25)

Fig. 5. Coupe longitudinale



Fig. 6. Elévation et coupe transversale.



Légende : A, *Inducteur tournant* ; B, *excitatrice* ; C, *induit fixe* ; D, *paliers à réservoirs d'huile* ; E, *bâti.*

Imp. Chaix.

IRRIGATIONS DU DOMAINE DE KORACHIEH

Transmission électrique.

Fig. 1. Plan d'ensemble.

Fig. 2 et 3. Salle des Machines (Usine de Korachieh).

Fig. 2. Élévation.

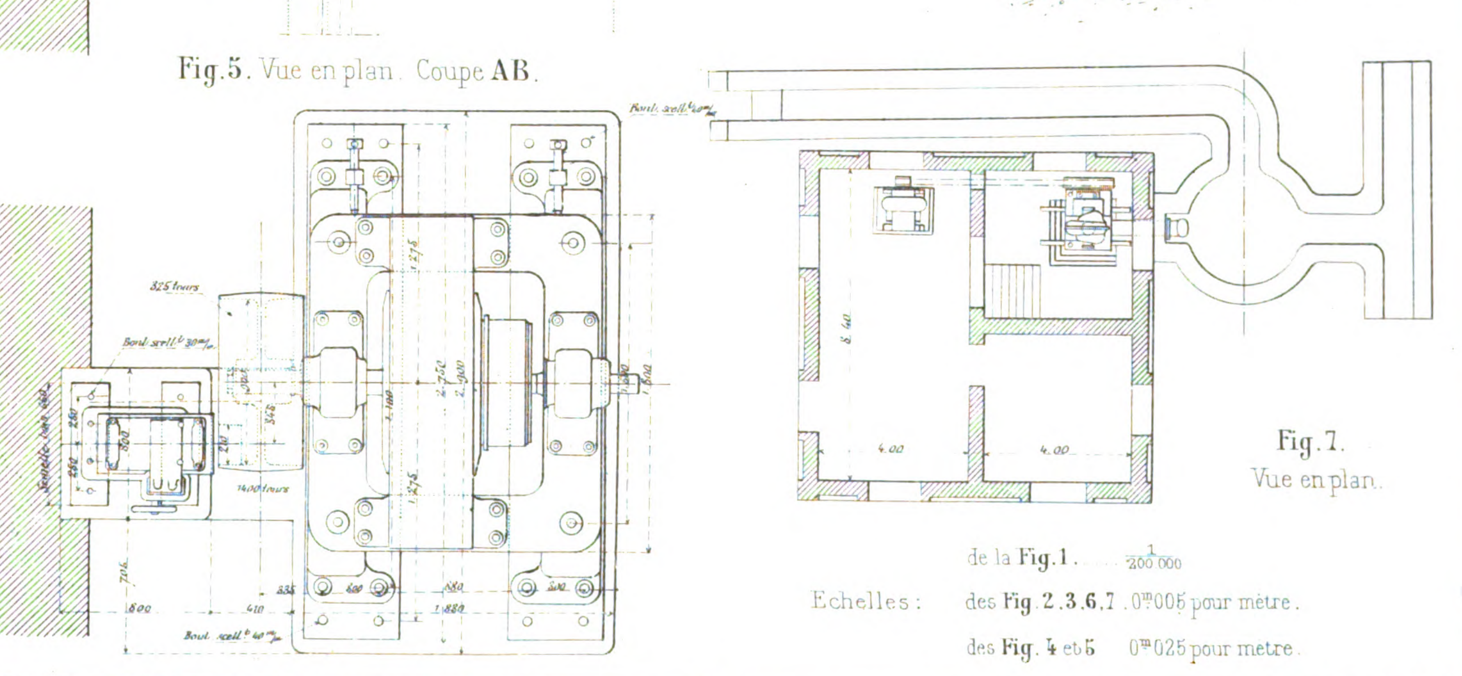
Fig. 3. Plan.

Fig. 4 et 5. Ensemble de la génératrice et de l'excitatrice.

Fig. 4. Élévation.

Fig. 6 et 7. Poste de Miniet-Toukh.

Fig. 6 Élévation.



EXPOSITION UNIV

GRAND PALAIS DES BEAUX-A

Projet d

Fig. 1. _ Plan du Rez-de-Chaussée

Avenue d'Antin

Cours la Reine

Salle d'Exposition

Galerie de Réception

Salle d'Exposition

Salle d'Exposition

Galerie de Réception

Salle d'Exposition

Galerie

Galerie

Galerie d'Exposition

Galerie d'Exposition

Galerie d'Exposition

Galerie d'Exposition

Galerie d'Exposition

Galerie d'Exposition

Galerie

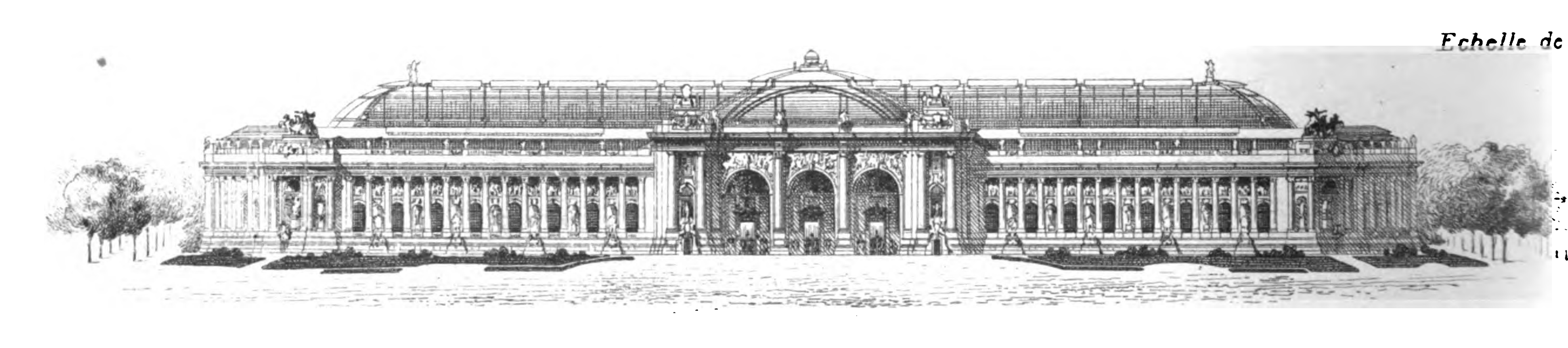
Galerie

Galerie Promenoir

Porche

Galerie Promenoir

Fig. 3. _ Façade Principale.



ERSELLE DE 1900
RTS AUX CHAMPS-ELYSÉES

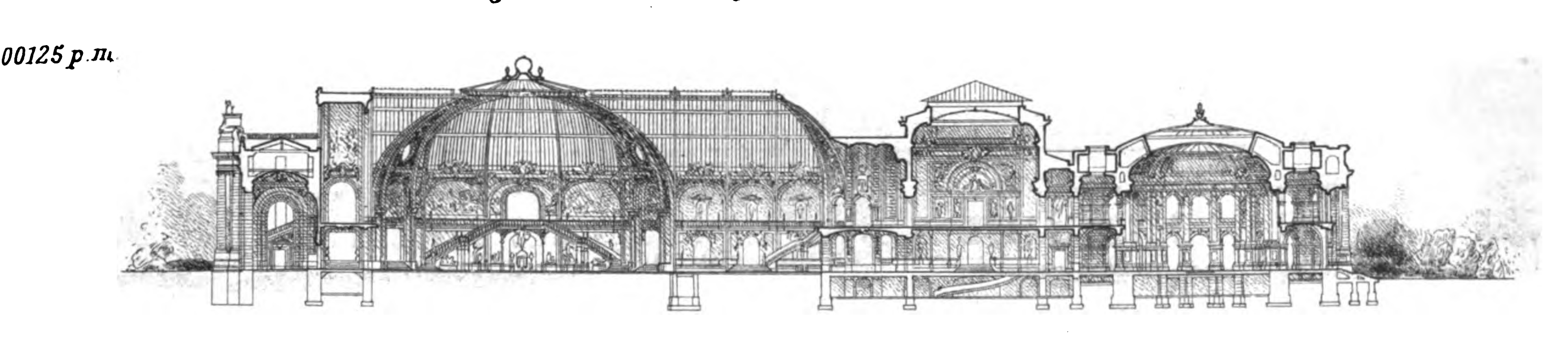
finitif.

Fig. 2._Plan du 1er Etage.

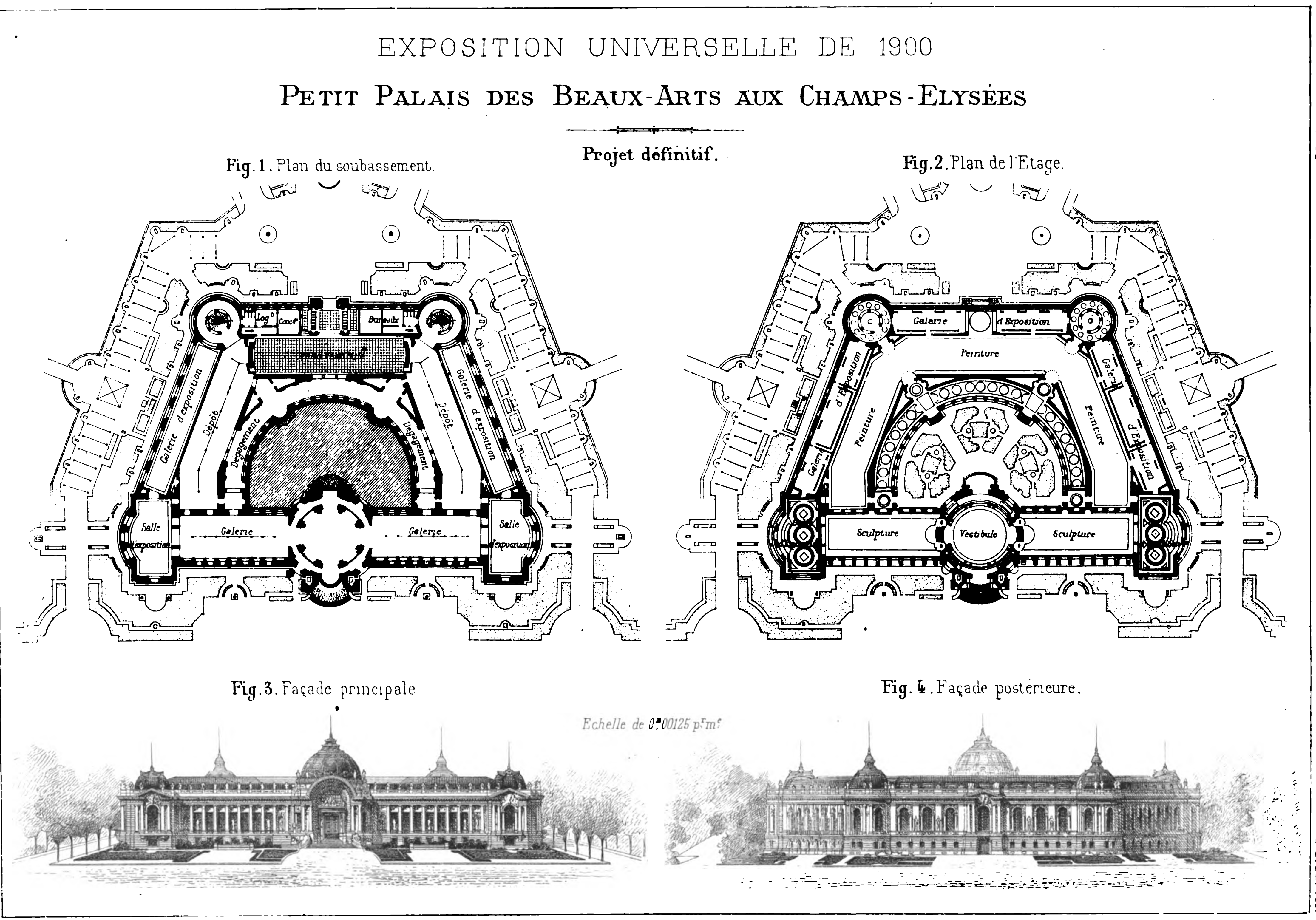
Avenue d'Antin
B
Peinture
Galerie de Peinture
Hall
Peinture
Peinture
Galerie de Peinture
Peinture
Peinture
Grand Salon
Salles d'Exposition
Peinture
Peinture
Salles d'Exposition
Cours la Reine
Peinture
Peinture
Peinture
Peinture
Peinture
Peinture
A

Fig. 4. Coupe longitudinale suivant AB.

00125 p.m



Imp. A Geny... 190 Fg St Denis


EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900
PETIT PALAIS DES BEAUX-ARTS AUX CHAMPS-ELYSÉES
Projet définitif.
Fig. 1. Plan du soubassement.
Fig. 2. Plan de l'Etage.
Galerie d'exposition
Dépôt
Dégagement
Galerie
Salle d'exposition
Logt
Bureaux
Galerie d'Exposition
Peinture
Sculpture
Vestibule
Fig. 3. Façade principale
Fig. 4. Façade posterieure.
Echelle de 0m.00125 p.m.

NOUVELLE TURBINE ÉQUILIBRÉE POUR GRANDES CHÛTES

Usine de transmission de force électrique de Bourganeuf (Creuse).

Fig. 1. Coupe verticale suivant l'axe des turbines

Fig. 2. Coupe verticale AB.

Fig. 3. Vue en plan.

Fig. 4. Schéma d'installation montrant l'accouplement direct de la turbine avec une dynamo.

PONTS TOURNANTS S

Ponts tourna

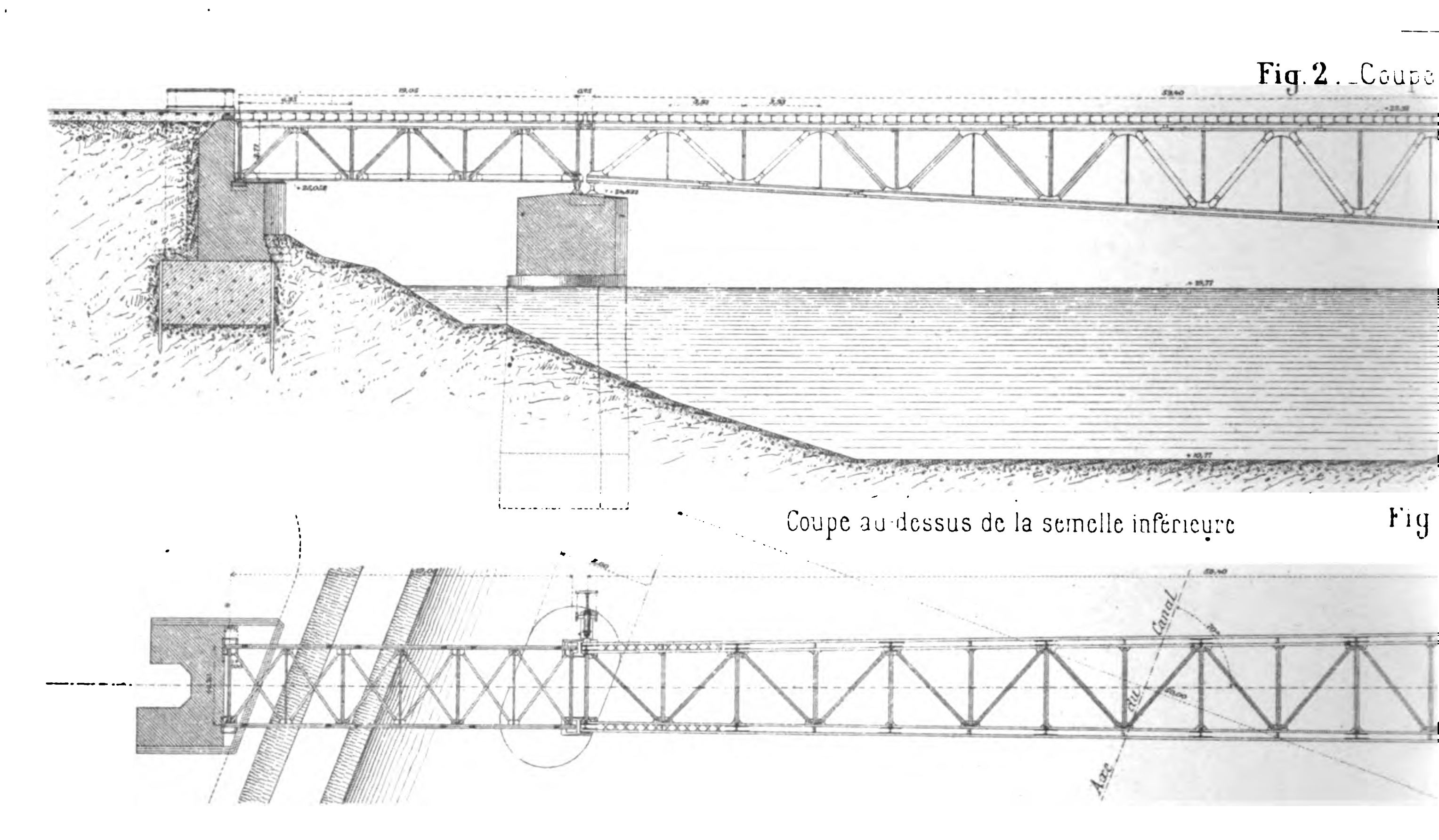
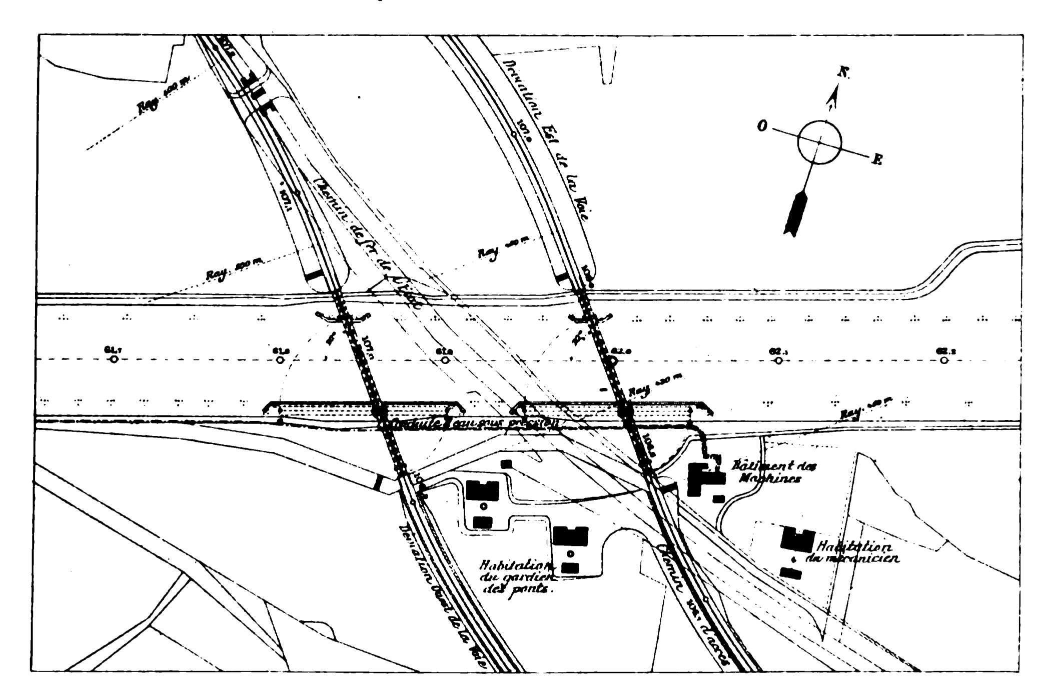


Fig. 1. Plan général de situation des 2 ponts tournants d'Osterrœnfeld



Echelle de la Fig. 1.

Echelle des Fig. 2, 3 et 4.

Echelle des Fig. 5, 6, 7, 8 et 9.

Fig. 5 e
et dispo

Fig. 5.
Coupe transversale

Légende.

A _ Conduite de retour
B _ Mouvement d'arrêt servant
le passage de l'eau
C _ Interrupteur automatique
D _ Conduite d'eau sous pression
E _ Indicateurs pour la rotation du

JR LE CANAL DE KIEL

s d'Osterrœnfeld.

ngitudinale

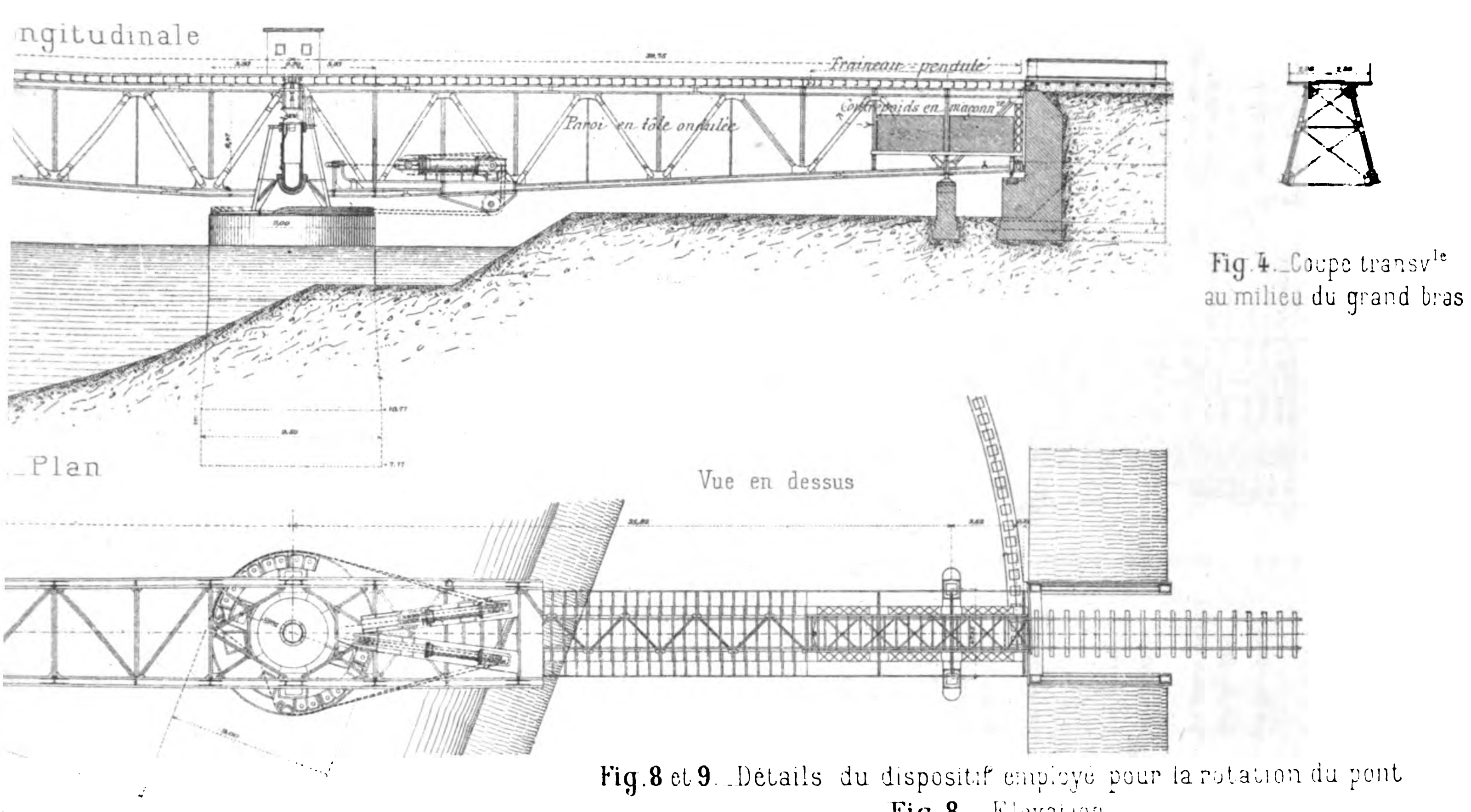


Fig. 4. Coupe transv[le] au milieu du grand bras

Fig. 8 et 9. Détails du dispositif employé pour la rotation du pont

Fig. 8. Élevation

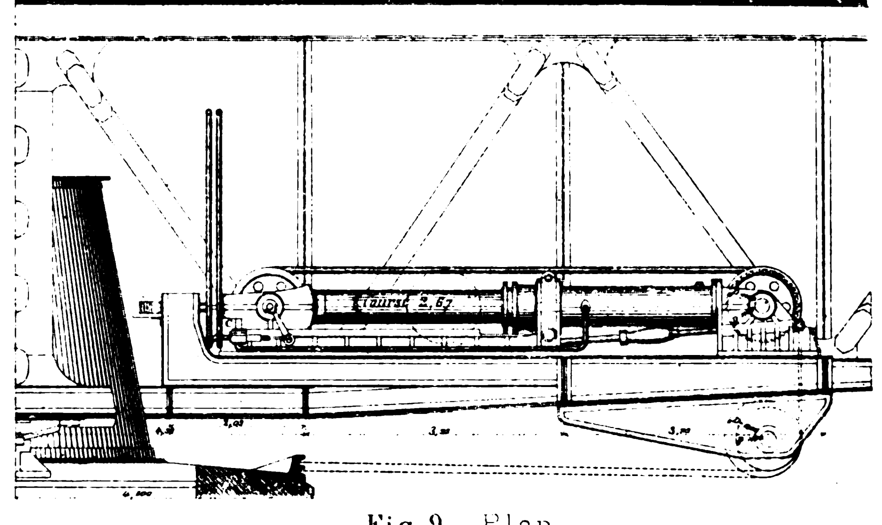
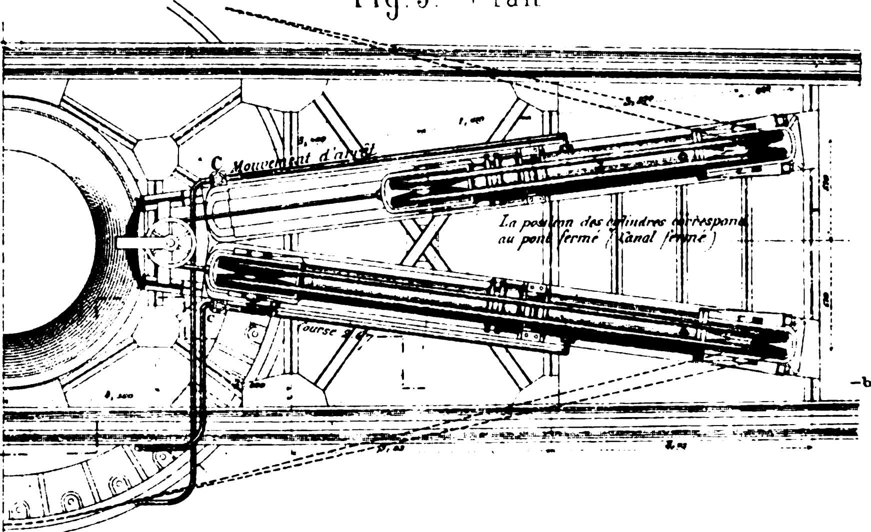


Fig. 9. Plan



6. Cylindre d'élévation.
tif de distribution de l'eau.

Fig. 6
Ensemble

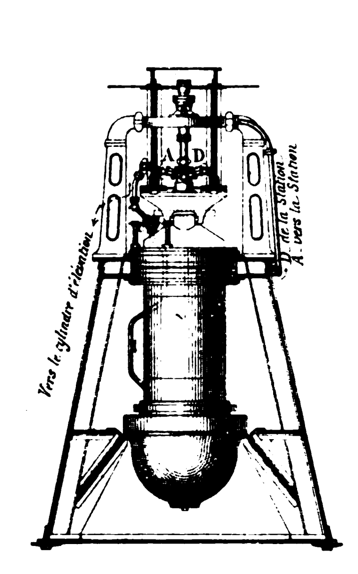
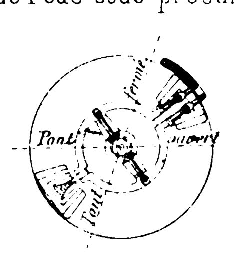


Fig. 7. Arrivée de l'eau sous pression



egler

nt

Imp. H. Genlil, 190 Fg St Denis (54)

TRAMWAY D'ANGERS

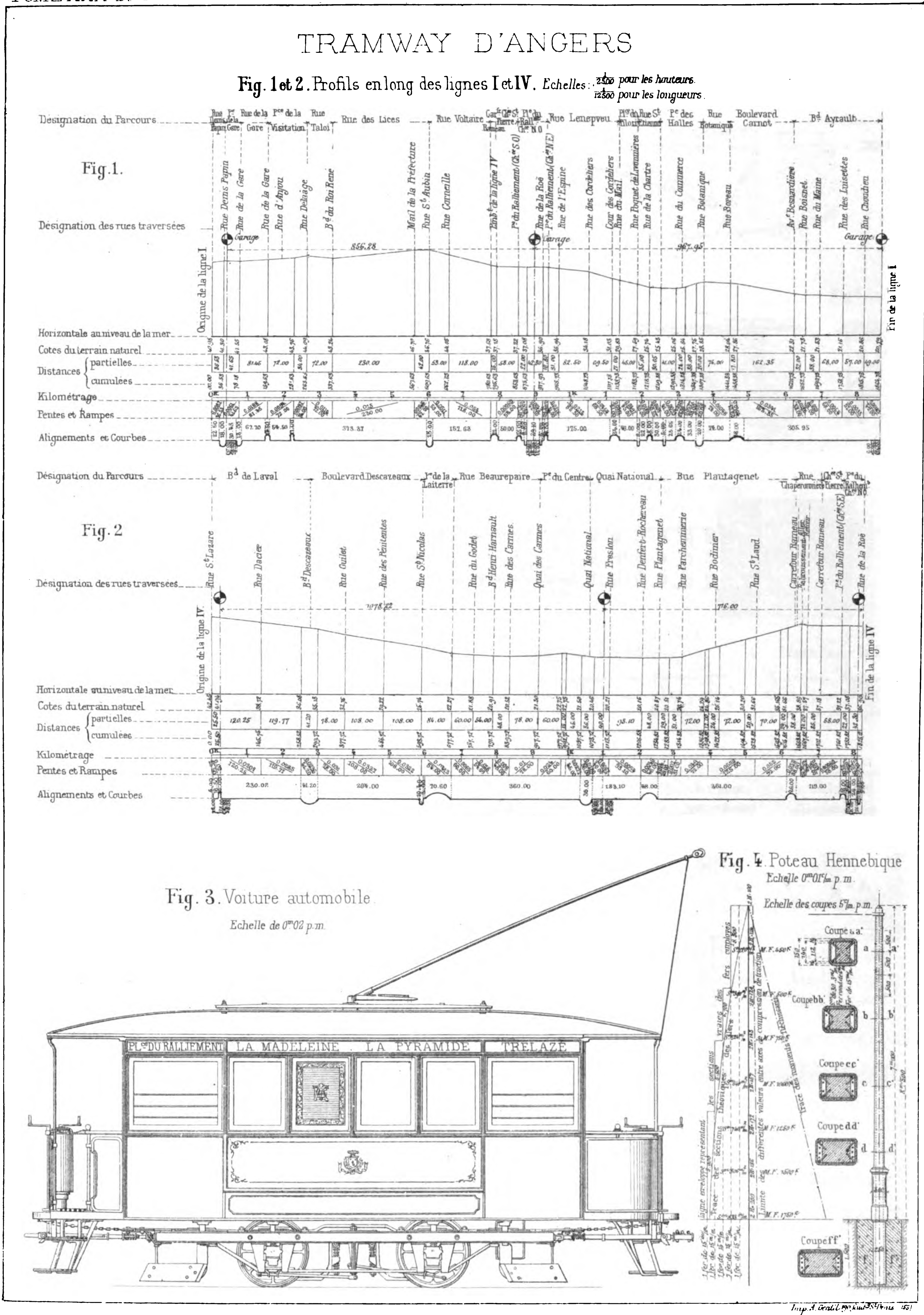
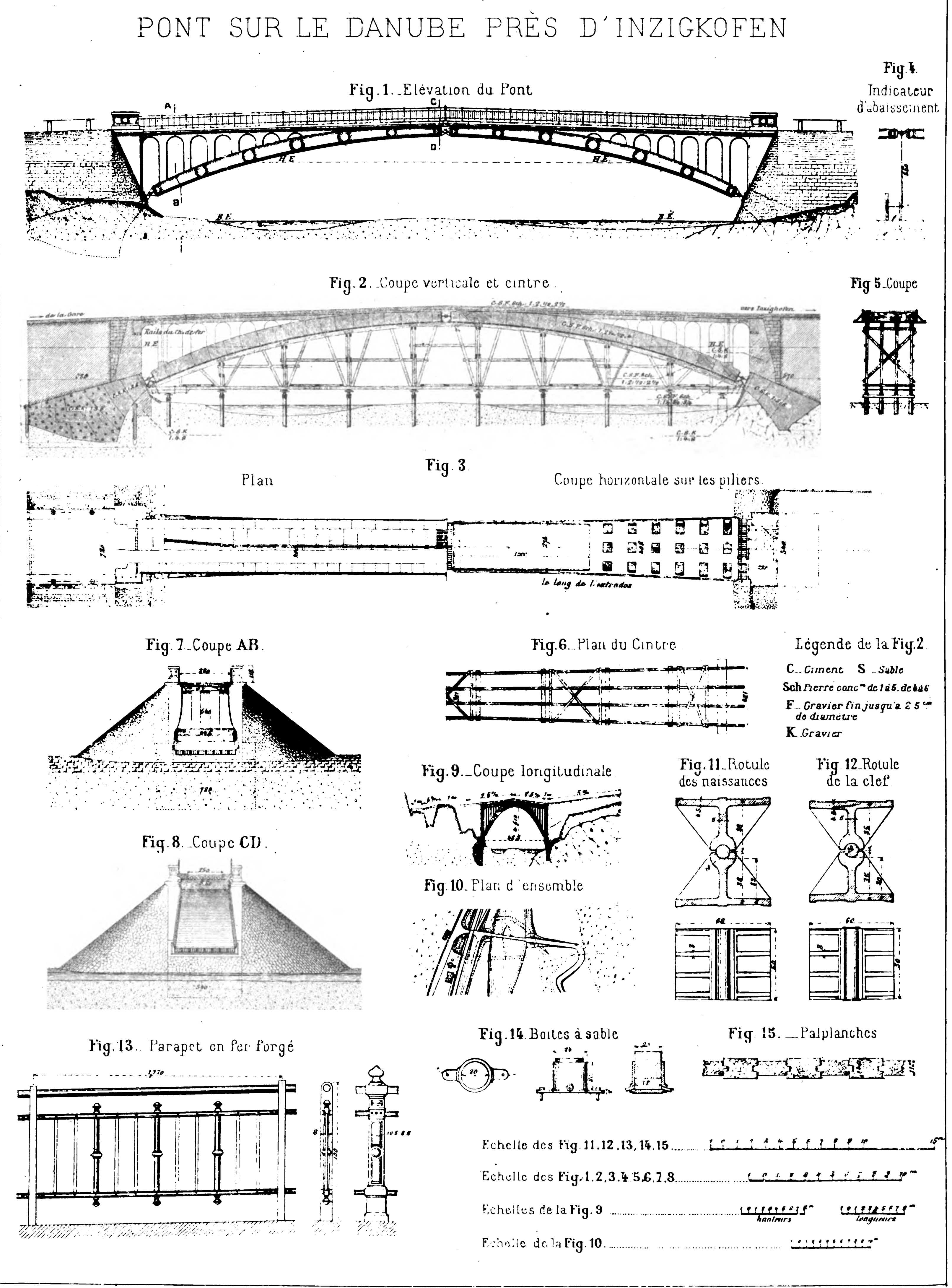


Fig. 3. Voiture automobile. Echelle de 0m02 p.m.

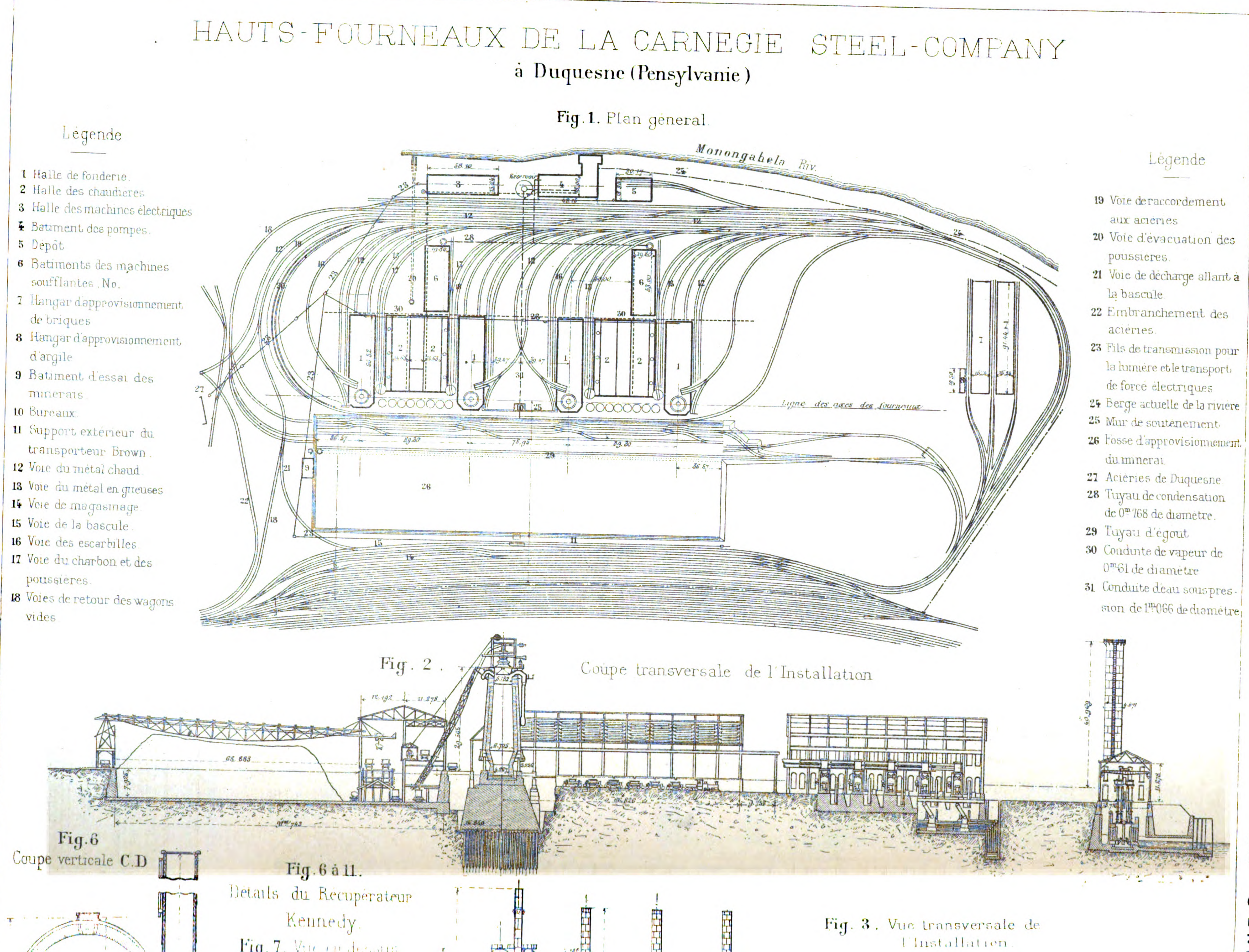
Fig. 4. Poteau Hennebique. Echelle 0m01 p. m.

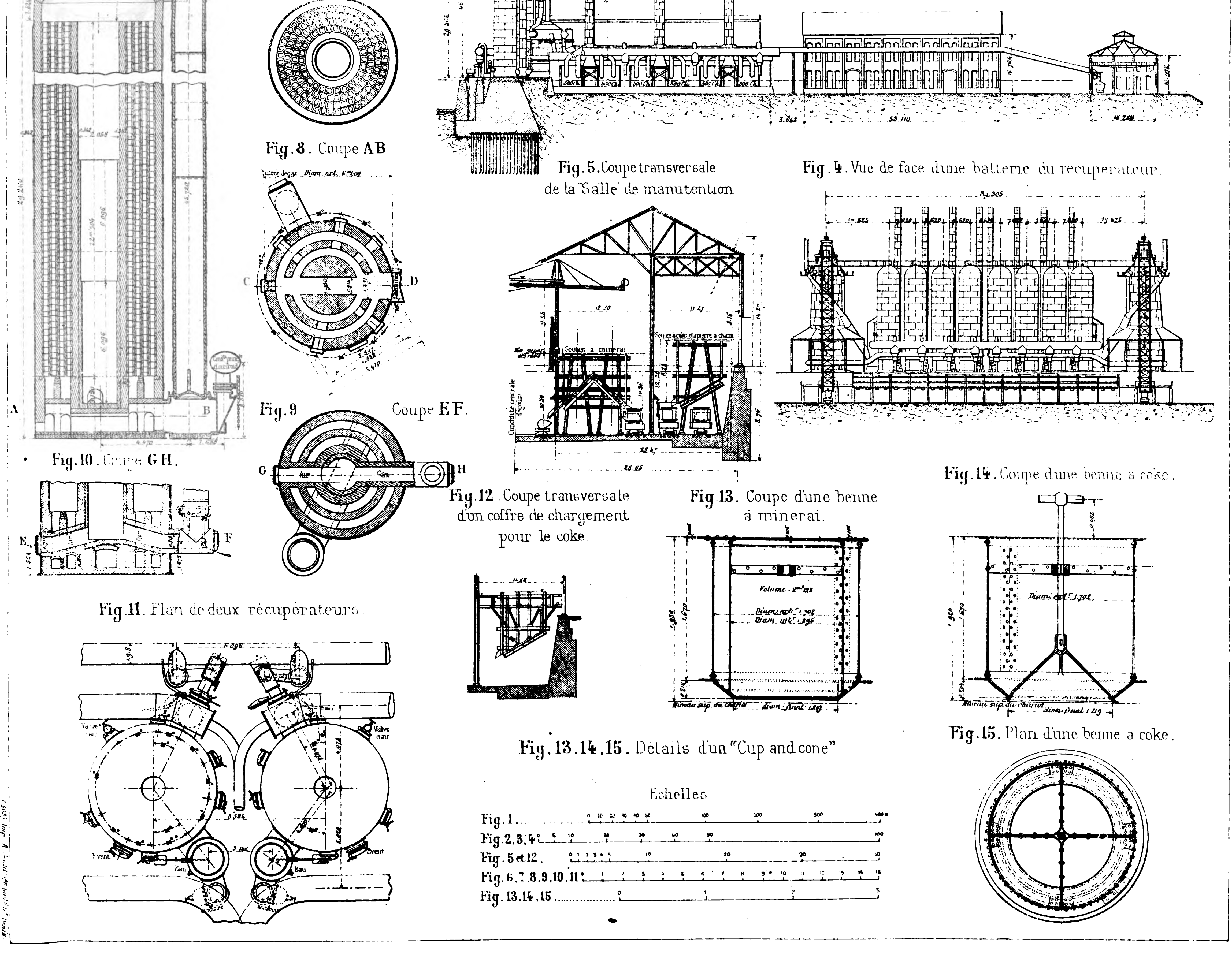
Imp. A. Geslil

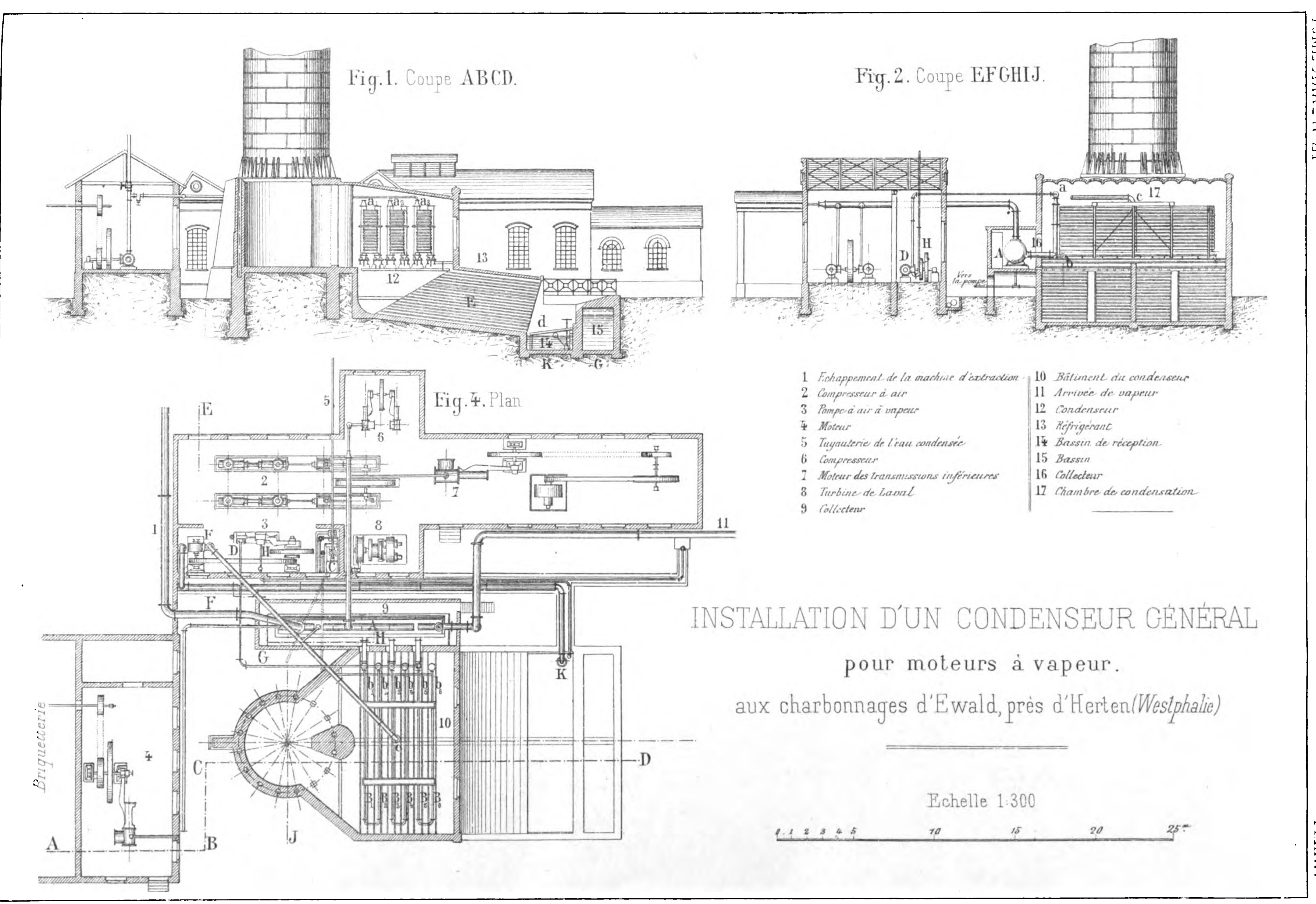


Imp. A. Gentil, 190 F.g St Denis Paris (392)

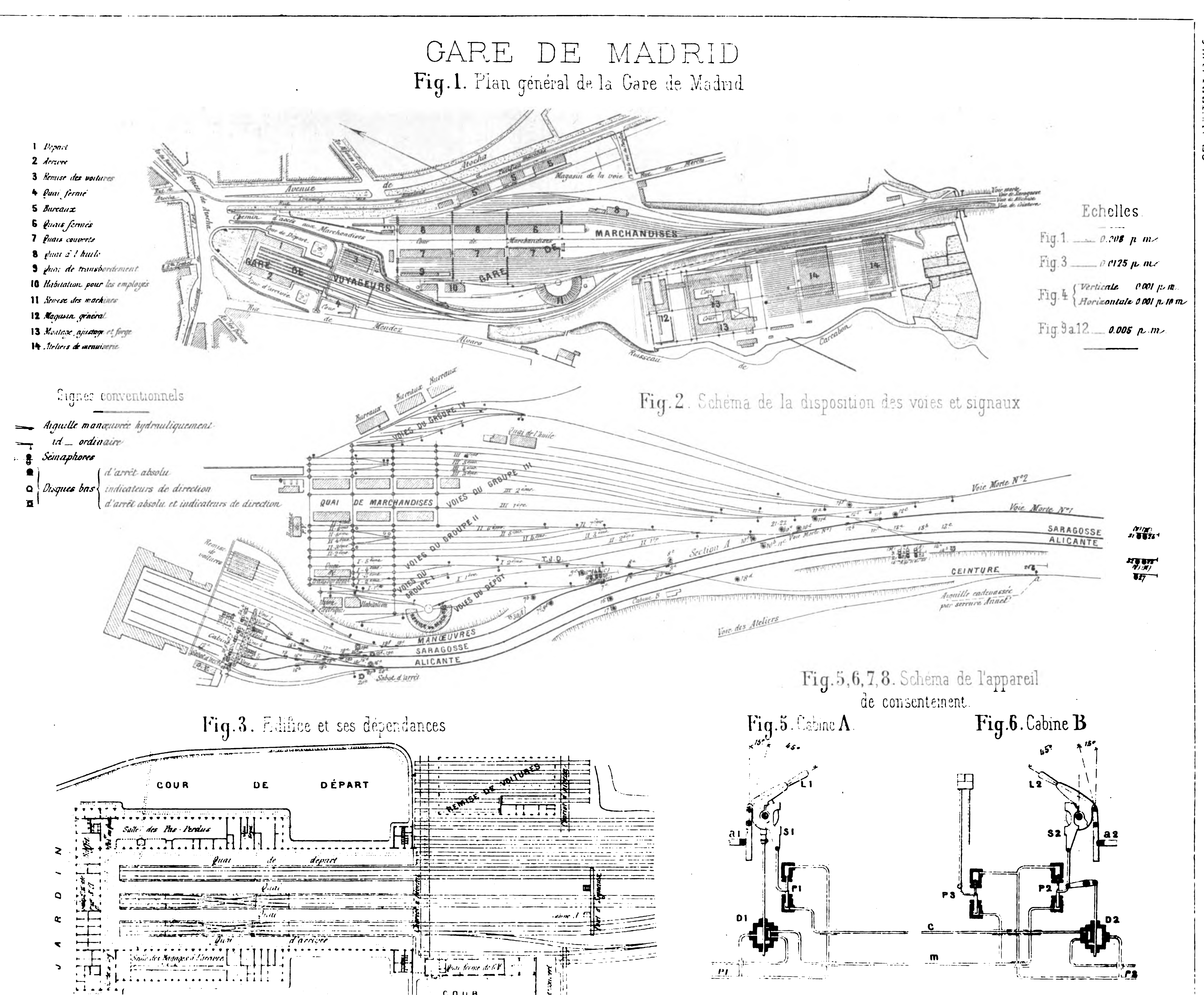
HAUTS-FOURNEAUX DE LA CARNEGIE STEEL-COMPANY
à Duquesne (Pensylvanie)

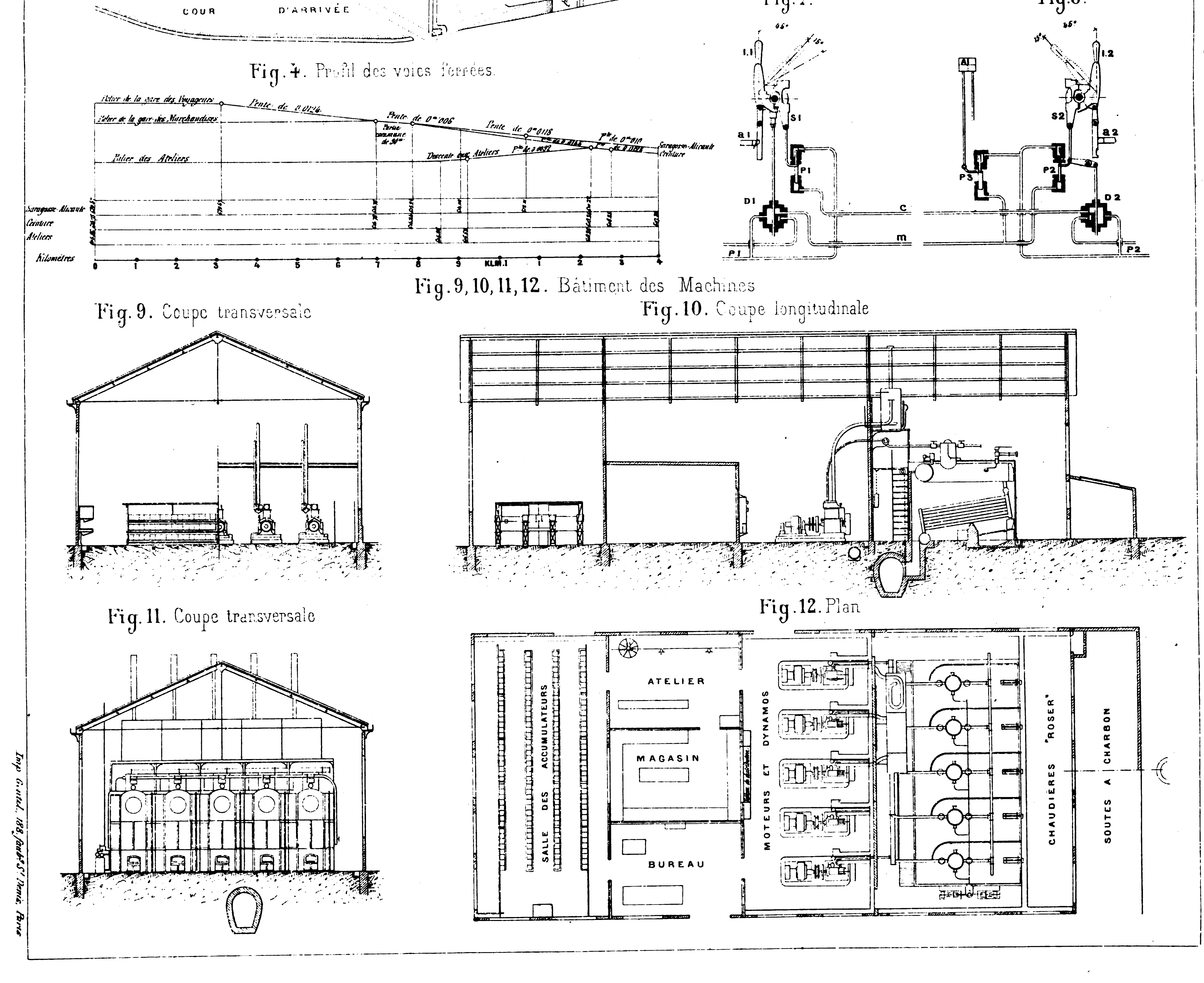



Fig. 8. Coupe AB
Fig. 5. Coupe transversale de la Salle de manutention
Fig. 4. Vue de face d'une batterie du récupérateur
Fig. 9
Coupe EF.
Fig. 10. Coupe GH.
Fig. 12. Coupe transversale d'un coffre de chargement pour le coke
Fig. 13. Coupe d'une benne à minerai.
Fig. 14. Coupe d'une benne à coke.
Fig. 11. Plan de deux récupérateurs.
Valve d'air
Event
Eau
Fig. 13.14.15. Détails d'un "Cup and cone"
Fig. 15. Plan d'une benne à coke.
Echelles
Fig. 1
Fig. 2, 3, 4
Fig. 5 et 12
Fig. 6, 7, 8, 9, 10, 11
Fig. 13.14.15



Imp. Gentil, 188, Faub. St Denis


GARE DE MADRID
Fig. 1. Plan général de la Gare de Madrid
1 Départ
2 Arrivée
3 Remise des voitures
4 Quai fermé
5 Bureaux
6 Quais fermés
7 Quais couverts
8 Quai à l'huile
9 Quai de transbordement
10 Habitation pour les employés
11 Remise des machines
12 Magasin général
13 Montage, ajustage et forge
14 Ateliers de menuiserie
MARCHANDISES
GARE DE VOYAGEURS
Avenue
Atocha
Echelles
Fig. 1. 0.208 p. m.
Fig. 3 0.0125 p. m.
Fig. 4 Verticale 0.001 p. m. Horizontale 0.001 p. 10 m.
Fig. 9 à 12 0.005 p. m.
Signes conventionnels
Aiguille manœuvrée hydrauliquement
id. ordinaire
Sémaphores
Disques bas
d'arrêt absolu
indicateurs de direction
d'arrêt absolu et indicateurs de direction
Fig. 2. Schéma de la disposition des voies et signaux
Bureaux
VOIES DU GROUPE IV
VOIES DU GROUPE III
VOIES DU GROUPE II
VOIES DU GROUPE I
VOIES DU DÉPOT
QUAI DE MARCHANDISES
Quai de l'huile
Voie Morte N°2
Voie Morte N°1
SARAGOSSE
ALICANTE
CEINTURE
MANŒUVRES
Section A
Cabine B
Voie des Ateliers
Aiguille cadenassée par serrure Annett
Sabot d'arrêt
Fig. 5, 6, 7, 8. Schéma de l'appareil de consentement.
Fig. 5. Cabine A.
Fig. 6. Cabine B
L1
L2
S1
S2
P1
P2
P3
D1
D2
a1
a2
Fig. 3. Edifice et ses dépendances
COUR DE DÉPART
REMISE DE VOITURES
Salle des Pas-Perdus
Quai de départ
Quai
Quai d'arrivée
JARDIN
COUR



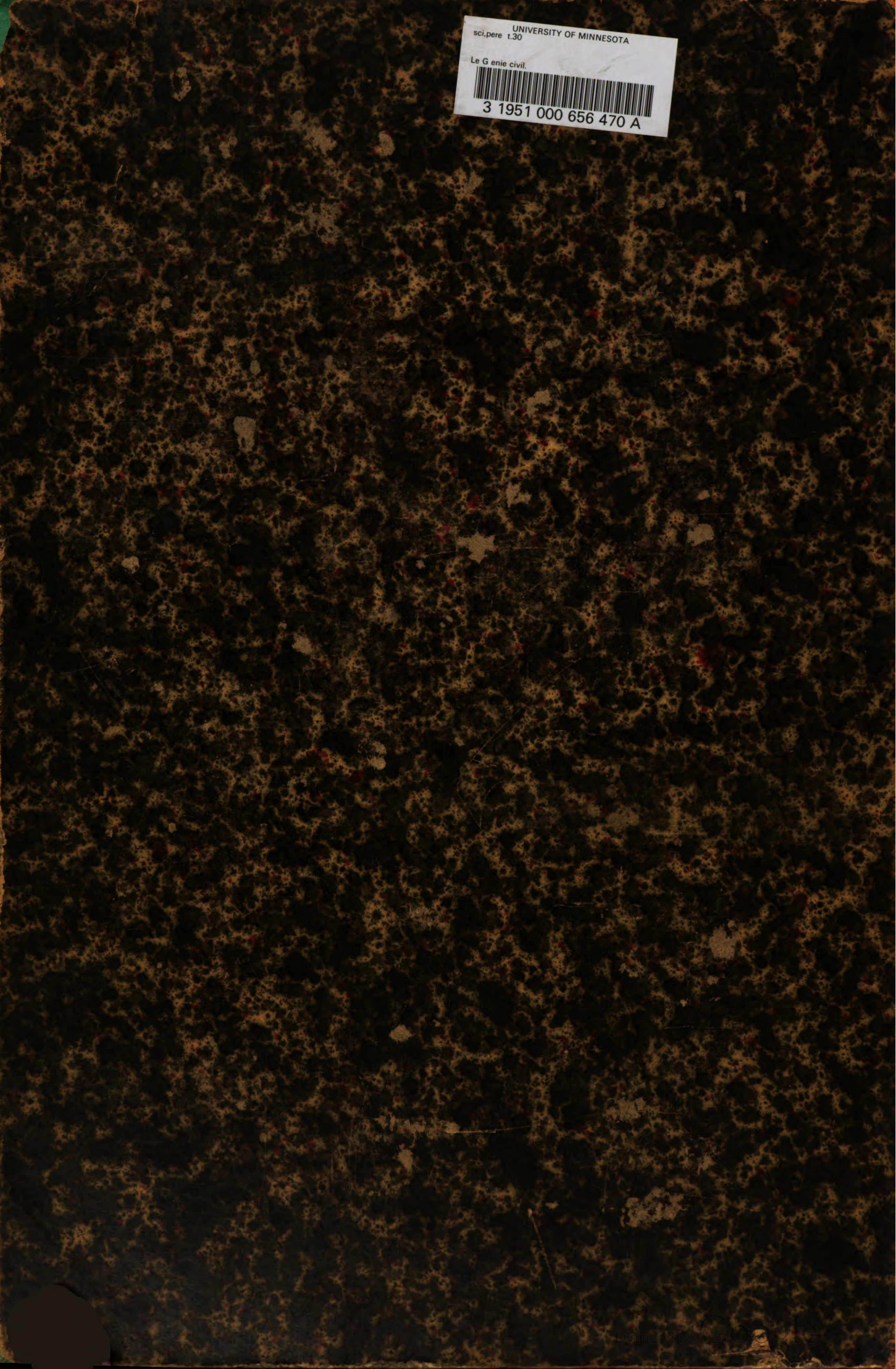
Imp. Gentel, 188, faub. St Denis, Paris




G.E.STECHERT & Co.
(ALFRED HAFNER)
NEW YORK




G.E. STECHERT & Co.
(ALFRED HAFNER)
NEW YORK


UNIVERSITY OF MINNESOTA
sci,pere t.30
Le G enie civil.
3 1951 000 656 470 A